

ETUDE CRITIQUE DES DIFFÉRENTES MÉTHODES
DE CALCUL DE VOLUME VENTRICULAIRE
NOTRE EXPÉRIENCE CHEZ 51 CORONARIENS

THÈSE

pour le Doctorat en Médecine

(Diplôme d'Etat)

présentée et soutenue publiquement en Mars 1974

par

Michel SALÈTES

ANCIEN EXTERNE DES HOPITAUX

DIPLOME D'ÉTUDES SPÉCIALES DE CARDIOLOGIE

JURY

M M CALAZEL

Président

BERNADET
BOUNHOURE
PUEL

} Assesseurs

GALINIER

Suppléant

ETUDE CRITIQUE DES DIFFERENTES METHODES

DE CALCUL DE VOLUME VENTRICULAIRE

NOTRE EXPERIENCE CHEZ 51 CORONARIENS

THESE

pour le Doctorat en Médecine

(Diplôme d'Etat)

présentée et soutenue publiquement en Mars 1974

par

Michel SALÈTES

ANCIEN EXTERNE DES HOPITAUX

DIPLOME D'ETUDES SPECIALES DE CARDIOLOGIE

JURY

M M CALAZEL Président

BERNADET
BOUNHOURE
PUEL } Assesseurs

GALINIER Suppléant



UNIVERSITE PAUL SABATIER

Président de l'Université
1^{er} Vice-Président
2^e Vice-Président

M. LARENG
M. MATHIS
M. MARTIN

TABLEAU DU PERSONNEL

UNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE DES SCIENCES MEDICALES

Directeur de l'Unité des Sciences Médicales M. MONNIER
Toulouse-Purpan
Directeur de l'Unité des Sciences Médicales M. ENJALBERT
Toulouse-Rangueil

HONORARIAT

Doyen honoraire	M. CALVET
Doyen honoraire	M. BRUSTIER
Doyen honoraire	M. LAZORTHES
Professeur honoraire	M. VALLOIS
Professeur honoraire	M. TAPIE
Professeur honoraire	M. DELAS
Professeur honoraire	M. RISER
Professeur honoraire	M. BUGNARD
Professeur honoraire	M. VINCENT
Professeur honoraire	M. MOREL
Professeur honoraire	M. BOUISSET
Professeur honoraire	M. CALMETTES
Professeur honoraire	M. THOMAS
Professeur honoraire	M. LAGROT
Professeur honoraire	M. DESFORGES-MERIEL
Professeur honoraire	M. FABRE P.
Professeur honoraire	M. JAHIER
Professeur honoraire	M. SENDRAIL
Professeur honoraire	M. PONS
Professeur honoraire	M. SOREL

PROFESSEURS

Clinique Médicale et Cardiologie	M. DARDENNE	Purpan
Clinique Médicale Sud	M. GADRAT	Purpan
Clinique Chirurgicale	M. GEDEON	Rangueil
Clinique Chirurgicale A et Gynécologie	M. POULHES	Rangueil
Clinique Chirurgicale B et du Cancer	M. GRIMOUD	Purpan
Clinique Chirurgicale Infantile	M. PASQUIE	Purpan
et Orthopédie		
Clinique Chirurgicale Orthopédique	M. FICAT	Rangueil
et Traumatologie		
Clinique de Chirurgie Cardio-vasculaire	M. ENJALBERT	Rangueil
Cliniques des Maladies Cutanées	M. BAZEX	Purpan
et Syphilitiques		
Clinique des Maladies des Voies urinaires	M. LHEZ	Rangueil
Cliniques des Maladies Infectieuses	M. ARMENGAUD	Purpan
Clinique Médicale Infantile	M. DALOUS	Purpan
et Puericulture		

Clinique Médicale de la première enfance	M. REGNIER	Purpan
Clinique de Neuro-Chirurgie	M. LAZORTHES G.	Rangueil
Clinique Neurologique et Psychiatrique	M. GERAUD	Rangueil
Clinique Obstétricale	M. PONTONNIER	Rangueil
Clinique Odonto-Stomatologique	M. CADENAT	Rangueil
Clinique Ophtalmologique	M. DEODATI	Rangueil
Clinique O.R.L. et Chirurgie maxillo-faciale	M. CLAUX	Purpan
Clinique de Pneumo-phthisiologie	M. DELAUDE	Purpan
Clinique Rhumatologique	M. RUFFIE R.	Purpan
Accouchement et Obstétricie Sociale	M. MONROZIES	Purpan
Anatomie	M. BASTIDE	Purpan
Anatomie Pathologique	M. FABRE J.	Purpan
Anatomie Appliquée	M. JUSKIEWENSKI	Rangueil
Anesthésie et Réanimation	M. LARENG L.	Purpan
Bactériologie et Virologie	Mme ENJALBERT	Rangueil
Biophysique Médicale A	M. AUVERGNAT	Purpan
Biophysique Médicale B	M. BRU	Rangueil
Cardiologie Clinique et Expérimentale	M. CALAZEL	Rangueil
Biochimie Médicale	M. VALDIGUIR	Purpan
Electro-Radiologie	M. ROULLEAU	Rangueil
Embryologie Générale	M. BROUSSY J.	Purpan
Hématologie	M. BIERME	Rangueil
Histologie	M. BIMES	Rangueil
Hydrologie, Thérapeutique et Climatologie	M. DENARD	Purpan
Hygiène et Médecine Sociale	M. MONNIER	Purpan
Immunologie	M. DUCOS	Purpan
Médecine Légale et Médecine du Travail	M. GREZES-RUEFF	Purpan
Pathologie Chirurgicale	M. DAMBRIN	Purpan
Pathologie Générale et Médecine Expérimentale	M. BOULARD	Purpan
Pathologie Médicale	M. RIBAUT	Purpan
Physiologie	M. BESSOU	Purpan
Physiologie Appliquée et Pharmacologie	M. BAISET	Rangueil
Sémiologie et Clinique Médicale	M. LAPORTE J.	Purpan
Thérapeutique	M. DARNAUD	Rangueil

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

Anatomie Pathologique	M. BOUISSOU	Rangueil
Biochimie Médicale	M. DOUSTE-BLAZY	Rangueil
Dermatologie-Vénérologie	M. DUPRE	Rangueil
Histologie et Embryologie	M. GUILHEM	Rangueil
Histologie et Embryologie	M. PLANEL	Purpan
Neurologie et Neuro-Psychologie	M. RASCOL	Purpan
Physiologie et Pharmacologie	M. MONTASTRUC	Purpan
Pneumo-Phthisiologie	M. MIGUERES	Rangueil
Médecine Interne	M. LE TALLEC	Rangueil
Psychiatrie	M. GAYRAL	Purpan
Ophtalmologie	M. BEC	Purpan

Médecine Générale	M. ARLET	Rangueil
Neuro-Chirurgie	M. ESPAGNO J.	Purpan

PROFESSEURS SANS CHAIRE

Anatomie Pathologique	M. FABRE Jean	Purpan
Bactériologie, Parasitologie, Virologie	Mme LARENG M.B.	Purpan
Biochimie Médicale	M. VALDIGUIE Pierre	Rangueil
Carcinologie	M. ESTRADE	Purpan
Chirurgie Générale	M. GAUBERT	Purpan
Chirurgie Générale	M. SARRAZIN	Rangueil
Chirurgie Thoracique et Cardio-vasculaire	M. ESCHAPASSE	Purpan
Médecine Générale et Thérapeutique	M. BES	Rangueil
Médecine Générale et Thérapeutique	M. BOLLINELLI	Purpan
Médecine Générale Thérapeutique	M. SUC	Rangueil
Médecine Générale	M. RIBET	Rangueil
Physiologie	M. GERAL	Rangueil

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Anatomie Pathologique	M. RUMEAU J.L.	Rangueil
Anesthésiologie	M. VIRENQUE C.	Rangueil
Bactériologie-Virologie	Mme DIDIER	Rangueil
Biophysique	M. REGIS	Rangueil
Biophysique	M. GUIRAUD R.	Purpan
Cancérologie	M. CARTON M.	Rangueil
Cardiologie	M. BERNADET	Rangueil
Cardiologie	M. BOUNHOURE	Rangueil
Chirurgie Générale	M. ESCAT J.	Rangueil
Chirurgie Générale	M. GOUZI	Rangueil
Chirurgie Générale	M. COSTAGLIOLA	Purpan
Chirurgie Thoracique et Cardio-vasculaire	M. PUEL	Rangueil
Gynécologie et Obstétrique	M. PONTONNIER G.	Rangueil

Hépto-Gastro-Entérologie	M. PASCAL	Purpan
Histologie, Embryologie, Cytogénétique	M. SOLEILHAVOUP	Purpan
Médecine Interne	M. FEDOU R.	Purpan
Médecine du Travail	M. PUJOL M.	Purpan
Néphrologie	M. CONTE J.	Purpan
Neurochirurgie	M. LAZORTHES Y.	Rangueil
Neurologie	M. GUIRAUD-CHAUMEL	Purpan
O.R.L.	M. LACOMME	Purpan
Orthopédie, Traumatologie, Chirurgie	M. UTHEZA G.	Purpan
Plastique		
Parasitologie	M. LARROUY	Purpan
Pédiatrie Génétique Médicale	M. ROCHICCIOLI	Rangueil
Pneumo-Phthisiologie	M. ALBAREDE J.L.	Purpan
Pneumo-Phthisiologie	M. JOVER	Rangueil
Physiologie	M. PAGES B.	Purpan
Psychiatrie	M. MORON P.	Rangueil
Radiologie	M. COMBES P.	Purpan
Radiologie	M. PUTOIS	Purpan
Rhumatologie	M. FOURNIE A.	Purpan
Thérapeutique, Réanimation Médicale,	M. SALVADOR M.	Purpan
Rééducation fonctionnelle et Hydrologie		
Urologie	M. PONTONNIER F.	Purpan

AGREGES LIBRES

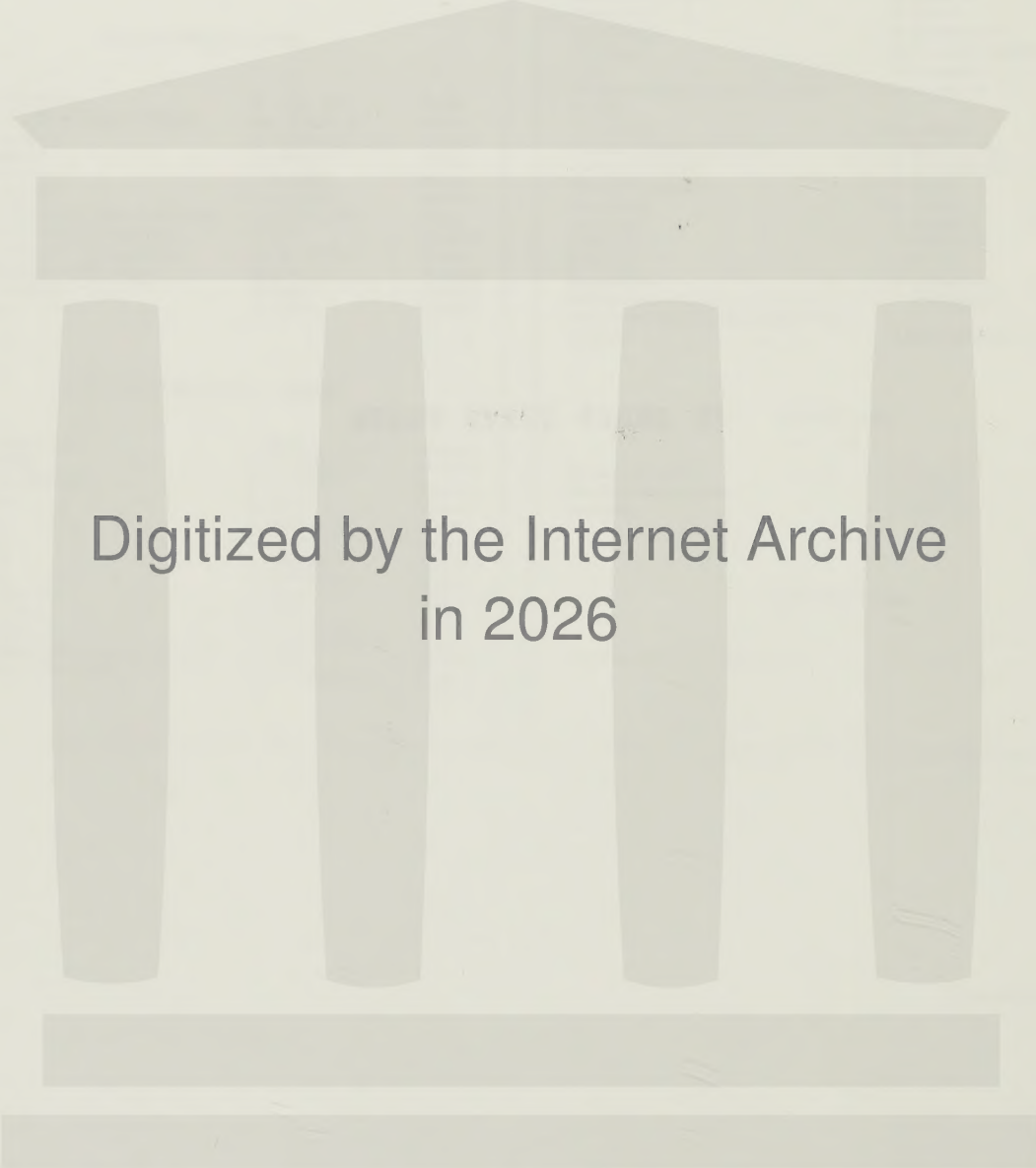
Chirurgie Générale	M. SOUQUET	Purpan
Pathologie Expérimentale	M. GLEIZES	Purpan
Obstétrique	M. ESPAGNO G.	Rangueil

ADMINISTRATION

Secrétaire Général de l'Université	M. PRINEAU
------------------------------------	------------

Liste arrêtée le 17/10/1973

JE DEDIE CETTE THESE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546613_0018

A MES PARENTS

en témoignage de ma profonde affection

A MA BELLE SOEUR

A MON FRERE

A MON NEVEU

A MON ONCLE, A MA TANTE, A MA COUSINE

A TOUS MES AMIS

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur P. CALAZEL

Professeur de cardiologie clinique et expérimentale.

Médecin des Hôpitaux

Nous avons eu le grand honneur
d'être votre élève dans votre service
et à la clinique Pasteur.

La valeur exceptionnelle de votre
enseignement, la richesse de votre
expérience et votre bienveillance nous
ont profondément marqué.

Soyez assuré de notre très respectueux
attachement et de notre profonde
admiration.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le Professeur P. BERNADET
Maître de Conférence agrégé de cardiologie
Médecin des Hôpitaux

Nous avons eu l'honneur et le
plaisir de bénéficier de votre enseigne-
ment à l'Hôpital et à la Clinique Pasteur

Vous nous avez fait découvrir
et aimer l'hémodynamique et profiter
de votre richesse clinique.

Vous resterez toujours un maître
et je l'espère un ami.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le Professeur P. BERNADET
Maître de Conférence agrégé de cardiologie
Médecin des Hôpitaux

Nous avons eu l'honneur et le
plaisir de bénéficier de votre enseigne-
ment à l'Hôpital et à la Clinique Pasteur

Vous nous avez fait découvrir
et aimer l'hémodynamique et profiter
de votre richesse clinique.

Vous resterez toujours un maître
et je l'espère un ami.

Monsieur le Professeur BOUNHOURE
Maître de Conférence agrégé de cardiologie
Médecin des Hôpitaux

Nous avons bénéficié de la clarté
de votre enseignement et avons apprécié
votre travail.

Nous avons été très sensible à
la sympathie que vous nous avez toujours
témoignée.

Soyez assuré de notre profond
respect et de notre reconnaissance.

Monsieur le Professeur PUEL
Maître de conférence agrégé en chirurgie générale
de cardio-vasculaire.

Nous avons trouvé près de vous
un accueil très cordial.

Nous vous remercions de l'honneur
que vous nous faites en siégeant à ce
jury.

Monsieur le Professeur GALINIER
Maître de Conférence agrégé en Médecine Interne

Vous avez bien voulu accepter
de juger ce travail.

Soyez assuré de notre respectueuse
reconnaissance.

Monsieur le Docteur LIGOU

Pendant trois mois nous avons
eu l'honneur et le plaisir de bénéficier
de votre enseignement.

Soyez certain que nous avons
conscience de la richesse de votre apport.

Veillez trouver ici le témoignage
de notre fidèle reconnaissance.

A TOUS NOS MAITRES DE LA CLINIQUE PASTEUR

AUX DOCTEURS TRICOIRE et LABATUT

en toute amitié

/ P L A N /

I - INTRODUCTION

II - TECHNOLOGIE

- les voies d'abord
- les technique d'injection
- les incidences choisies
- les documents

III - LES METHODES DE CALCUL

- du facteur de correction
- des volumes en partant de la formule de l'ellipsoïde
- des volumes en partant de la méthode de décomposition en tranches cylindrique (CHAPMAN-SIMPSON)

IV - RESULTATS

- les données morphologiques
- les données chiffrées
- leur application à l'étude des performances ventriculaires

V - ETUDE CRITIQUE

- liée à la technologie
- liée aux méthodes de calcul
- liée à l'interprétation des résultats.

ETUDE DES VOLUMES VENTRICULAIRES ET DE LA FONCTION
VENTRICULAIRE GAUCHE CHEZ 51 CORONARIENS

I - LES SUJETS

II - LES METHODES

III - LES RESULTATS

A)- des coronarographies

- . importance de la sténose
- . siège de l'atteinte
- . collatéralité
- : thrombose

B)- des volumes

C)- de la fraction d'éjection

- . fraction d'éjection chez des sujets normaux
- . résultats chez les coronariens

D)- étude cinétique et morphologique

- . rapport cinétique nombre d'artères sténosées
- . rapport cinétique sévérité de l'atteinte (thrombose)
- . rapport cinétique lieu de l'atteinte
- . rapport cinétique pression télédiastolique nombre d'artères atteintes
 - avec dyskinésie,
 - sans dyskinésie
- . rapport fraction d'éjection nombre d'artères atteintes, troubles cinétiques
- . rapport troubles cinétiques, fraction d'éjection pression télédiastolique, nombre d'artères atteintes

IV - CONCLUSION.-

/ I N T R O D U C T I O N /

L'appréciation des volumes cardiaques et de la cinétique ventriculaire sont des gestes fondamentaux de l'examen d'un sujet porteur ou suspect de cardiopathie.

Ils s'effectuent d'une manière globale par la radioscopie incluant ainsi de nombreuses possibilités d'erreur et d'insuffisance.

C'est la raison pour laquelle de nombreux auteurs se sont attachés à apprécier ces différents éléments d'une manière plus rigoureuse par des méthodes que nous étudierons d'une manière critique dans un premier temps, en nous limitant à l'angiographie et à la cinéangiographie chez des malades indemnes de valvulopathies.

Secondairement, nous appliquerons une de ces méthodes chez 51 de nos malades coronariens ayant subi une ventriculographie et une coronarographie sélective par la méthode de BOURASSA.

II - TECHNOLOGIE.-

Le but des méthodes que nous allons envisager est de pouvoir mesurer, apprécier la cinétique ventriculaire après avoir injecté dans les cavités cardiaques un produit de contraste opaque aux rayons X.

Les documents radiographiques ainsi obtenus seront secondairement analysés.

A) Les voies d'abord :

Toutes les méthodes décrites utilisent la ventriculographie. Cette dernière se fait avant la coronarographie et à l'aide d'une sonde mise en place le plus souvent dans le ventricule gauche soit par voie artérielle rétrograde humérale ou fémorale soit après artériotomie.

Il est d'autre part possible d'étudier le volume ventriculaire gauche après avoir mis en place un cathéter de gros calibre dans le coeur droit (soit veine cave supérieure soit artère pulmonaire) et d'attendre l'arrivée du produit de contraste dans les cavités ventriculaires gauches.

B) Les techniques d'injection :

La quantité de produit opaque varie de 30 à 60 ml.

Les pressions d'injection sont de l'ordre de 7 à 8 kilos avec un débit de 7 à 10 ml par seconde.

C) Les incidences choisies :

Les images réalisées peuvent tirer leur origine d'un seul plan ou de deux plans.

- d'un seul plan :

Plusieurs incidences sont alors utilisées :

- . antéro-postérieure,
- . oblique antérieure droite à 30° , afin que le grand axe longitudinal du ventricule gauche soit parallèle au plan de projection.

- de deux plans :

Un couple d'image est pris selon deux incidences perpendiculaires , au même instant, avec synchronisme rigoureux des caméras, définition parfaite de l'image sans flou cinétique grâce au temps de pose court du générateur à impulsion.

D) Les documents :

Ils se recueillent par la sériographie ou la ciné-angiographie.

- la sériographie avec une cadence de clichés de 6 à 12 images par seconde afin d'avoir les différents temps de la révolution cardiaque.

- la ciné-angiographie avec une cadence d'image de 60 à 100 par seconde ; ceci grâce à une caméra de 35 mm.

- la lecture des documents recueillis se fait :

.d'une manière directe lorsque l'on utilise la sériographie,

.d'une manière indirecte quand il s'agit d'une cinéangiographie : les images sont projetées sur un écran avec possibilité d'arrêt sur l'image choisie. Des calques sont alors posés et permettent de retranscrire les surfaces projetées.

- choix des clichés

En principe on étudie deux volumes déterminés dans le cycle cardiaque : le volume télé-diastolique et le volume télé-systolique.

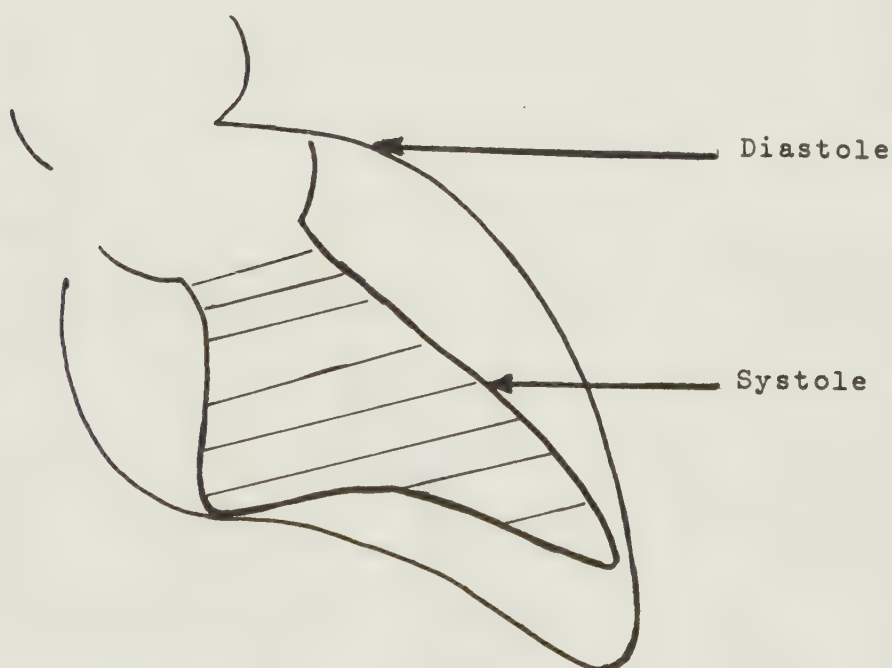
Cependant il est possible d'enregistrer les variations de volume dans tout le cycle cardiaque, les résultats seront bien sûr beaucoup plus précis et pourront se retranscrire sur des courbes. (BRUN)

On éliminé les extra-systoles et le cycle post-extra-systolique ainsi que les injections intra-myocardiques.

Le choix des clichés en télé-diastole et télé-systole est facile si l'on a un électrocardiogramme de référence. Cependant il n'est pas impossible de repérer avec un minimum d'erreur la télé-diastole et la télé-systole.

La télé-diastole est le moment ou le volume ventriculaire est maximum, la télé-systole minimum.

Nous nous aidons d'autre part des mouvements des valves mitrale et sigmoïde.



III - LES METHODES DE CALCUL.

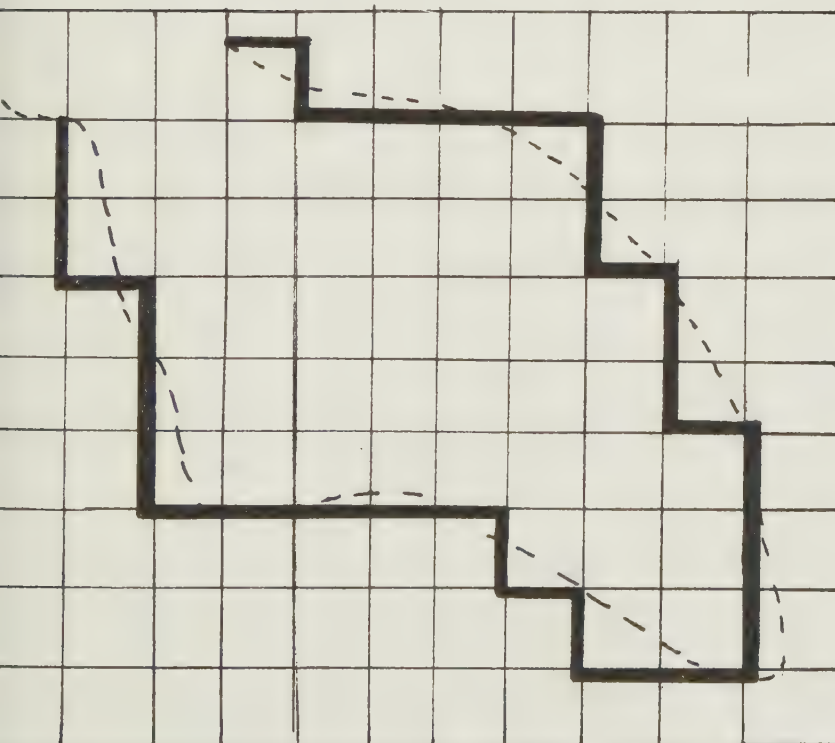
A) Du facteur de correction :

Quelque soit la technique radiologique, la méthode de calcul des volume il est toujours nécessaire d'utiliser un artifice ou une méthode mathématique afin d'éliminer l'agrandissement radiologique et la distorsion qui est d'origine électromagnétique et qui créent une majoration supérieure en périphérique qu'au centre.

KASSER et KENNEDY proposent pour le calcul de leur facteur de correction :

- de projeter une grille de 1 cm² et de superposer cette grille sur le ventricule gauche.

- la surface N°1 est calculée en comptant le nombre de carré de 1cm inclus dans le ventricule gauche comme le montre la figure suivante. Cette surface est comparée à une surface planimétrée.



Exemple :

Surface N°1 = 43 cm²

Surface planimétrée = 126 cm²

Facteur de correction

$$\frac{43}{126} = 0,341$$

Facteur de correction
linéaire

$$\rightarrow \sqrt{0,341} = 0,581$$

Le rapport des 2 indique un facteur de correction de surface :

$$FC = \frac{\text{Surface comptée}}{\text{Surface planimétrée}}$$

BRUN et collaborateurs pensent que les erreurs de parallaxes dues à la proximité du tube par rapport au malade sont corrigées par la mise du projecteur à une distance déterminée , établie par une formule mathématique qui tient compte de la distance respective tube-sujet et sujet-amplificateur. Le rapport d'agrandissement est calculé par analogie et permet de reconstituer directement les longueurs réelles.

AMIEL, RUBET et collaborateurs ont effectué un film de radio-cinéma en plaçant une grille opaque aux rayons X et de pas connu(2 mm) à la place du plan horizontal contenant le grand axe du ventricule gauche quand le malade est placé dans les conditions habituelles de la ventriculographie.

Ceci a permis de tracer sur l'écran de lecture une grille sur papier reproduisant exactement en chaque point de l'image les conditions de distorsion de l'ensemble du système prise de vue - projection.

BOURASSA et collaborateurs utilisent un facteur de correction basé sur le rapport du diamètre projeté et du diamètre réel du cathéter intra-ventriculaire et qui corrige simultanément l'agrandissement et la distorsion des rayons X.

B) Des volumes partant de la formule de l'ellipsoïde :

On assimile le volume ventriculaire à un ellipsoïde de révolution.

On repère soigneusement le plan des valves sigmoïdes et l'apex pour tracer le grand axe L de la cavité objectivée en deux incidences face et profil. On mesure la surface de chaque projection.

On applique la formule du volume de l'ellipsoïde :

$$V = \frac{4\pi}{3} \times \frac{L}{2} \times \frac{D}{2} \times \frac{D'}{2} \times (cF^3)$$

D et D' étant le diamètre de chaque projection.

D est calculé à partir de la formule :

$$D = \frac{4 A}{\pi L} \quad A = \text{surface planimétrée.}$$

A ce sujet, il est à noter qu'il est possible d'utiliser un appareil qui permet la planimétrie directe

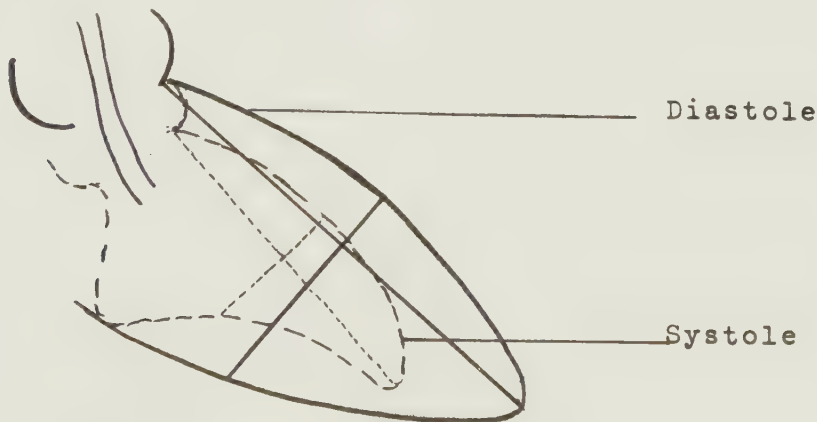
Partant de la formule de l'ellipsoïde il est possible de calculer le volume endocavitaire à partir d'une angiographie monoplane (SANDLER et GREENE)

L'incidence choisie permet de considérer que D et D' ont la même grandeur. La formule devient :

$$V = \frac{4 \pi}{3} \times \frac{L}{2} \times \frac{D^2}{4}$$

Cette formule simplifiée est appliquée par BOURASSA et collaborateurs. Il s'agit de la méthode dite des axes.

Les contours télé-diastoliques et télé-systoliques sont pris à l'aide d'un calque.



La plus grande longueur est mesurée de la valve aortique antéro gauche à l'apex.

Un diamètre transversale est calculé à partir du milieu du diamètre longitudinal et perpendiculaire à lui.

Le rapport du diamètre du cathéter projeté et du cathéter réel représenté par le facteur f corrige l'agrandissement et la distorsion.

La formule suivante est appliquée

$$V = KLM^2$$

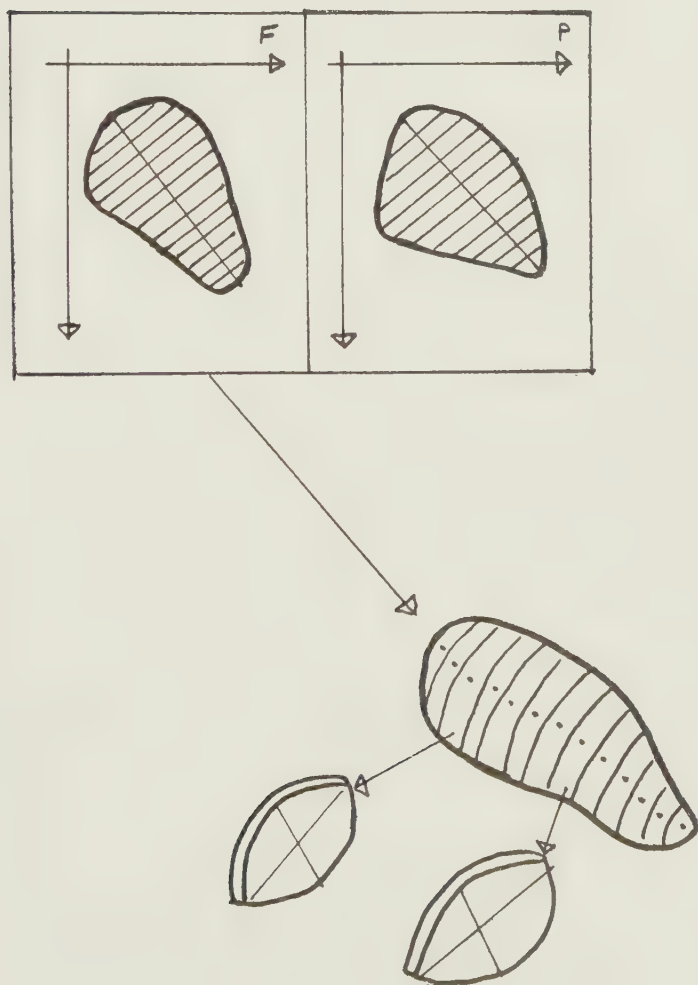
V = volume

L = diamètre longitudinal

M = diamètre transversal

$$K = \frac{\pi}{6} \times \frac{1}{f^3}$$

C) Partant de la décomposition des volumes en tranches
cylindriques (CHAPMAN - SIMPSON - CARLSSON)



Il est repéré sur des images de face et de profil la projection de l'axe principal de la cavité qui est découpée en tranches de hauteur constante de 1 à 5 mm.

Sur la face et le profil, les perpendiculaires à ces points sont mesurées. Elles découpent les opacités cardiaques en bandes parallèles. Leurs intersections avec les bords de l'image correspondent aux projections sur la face et le profil des extrémités des deux diamètres transverses de la cavité aux points de l'axe considéré sans qu'ils soient dans l'espace perpendiculaires entre eux.

Ces deux diamètres définissent un plan.

Ainsi la cavité cardiaque est tronçonnée par une série de plans qui ne sont pas forcément parallèles en eux.

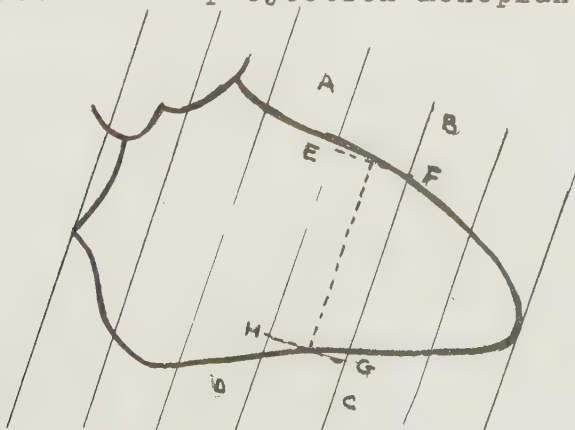
Le volume de chaque tranche est mesuré en appliquant la formule :

$$V = \pi \times h \times \left(\frac{A \times B}{4} \right)$$

A et B représentent les diamètres antéro-postérieurs et latéraux des ellipses et h l'épaisseur de la tranche.

On peut également tronçonner le ventricule en un nombre de parts déterminées (20) donnant 19 volumes. Il conviendra par la suite de calculer l'épaisseur de chaque cylindre (méthode de BESSE).

L'utilisation de cette méthode peut se faire à partir d'une projection monoplan (AMIEL)



Un axe de symétrie est choisi par l'opérateur pour chaque image de projection du ventricule gauche. Puis la sur-

face de projection du ventricule gauche est découpée en travées perpendiculaires de 1 cm réel grâce à une grille .

Chaque tranche ainsi délimitée est assimilée à un rectangle représentant la projection d'un cylindre dont le diamètre est égal à la largeur à mi-hauteur environ de la tranche considérée..

Pour chaque tranche c'est l'opérateur qui assimile au mieux les contours du rectangle EFGH à ceux plus ou moins réguliers du trapèze ABCD.

Le volume devient :

$$V = \frac{\pi}{4} \times d^2$$

Le volume total est égal à la somme des volumes.

IV - LES RESULTATS.-

A) Les données morphologiques :

La cinéangiographie du ventricule gauche donne de nombreuses informations. Ce sont certes d'éventuelles communications ou reflux mais c'est surtout, celles plus récentes de la qualité de la contraction ventriculaire:

- contractions pauvres ou hypotonie globale,
- contractions vigoureuses ou toniques.

GORLIN et HERMAN en 1967 proposent la classification suivante :

- akinésie ou immobilité totale d'un segment de la paroi ventriculaire gauche.

- dyskinésie ou expansion systolique paradoxale localisée d'un segment ventriculaire.

- asynérésis ou un segment ventriculaire à un mouvement ventriculaire diminué ou inadapté.

- asynchrone ou la séquence logique de la contraction ventriculaire n'est pas respectée.

Ces anomalies peuvent être évidentes à l'oeil nu ou être rendues plus visibles par stimulation auriculaire.

L'importance hémodynamique d'un tel trouble dépend

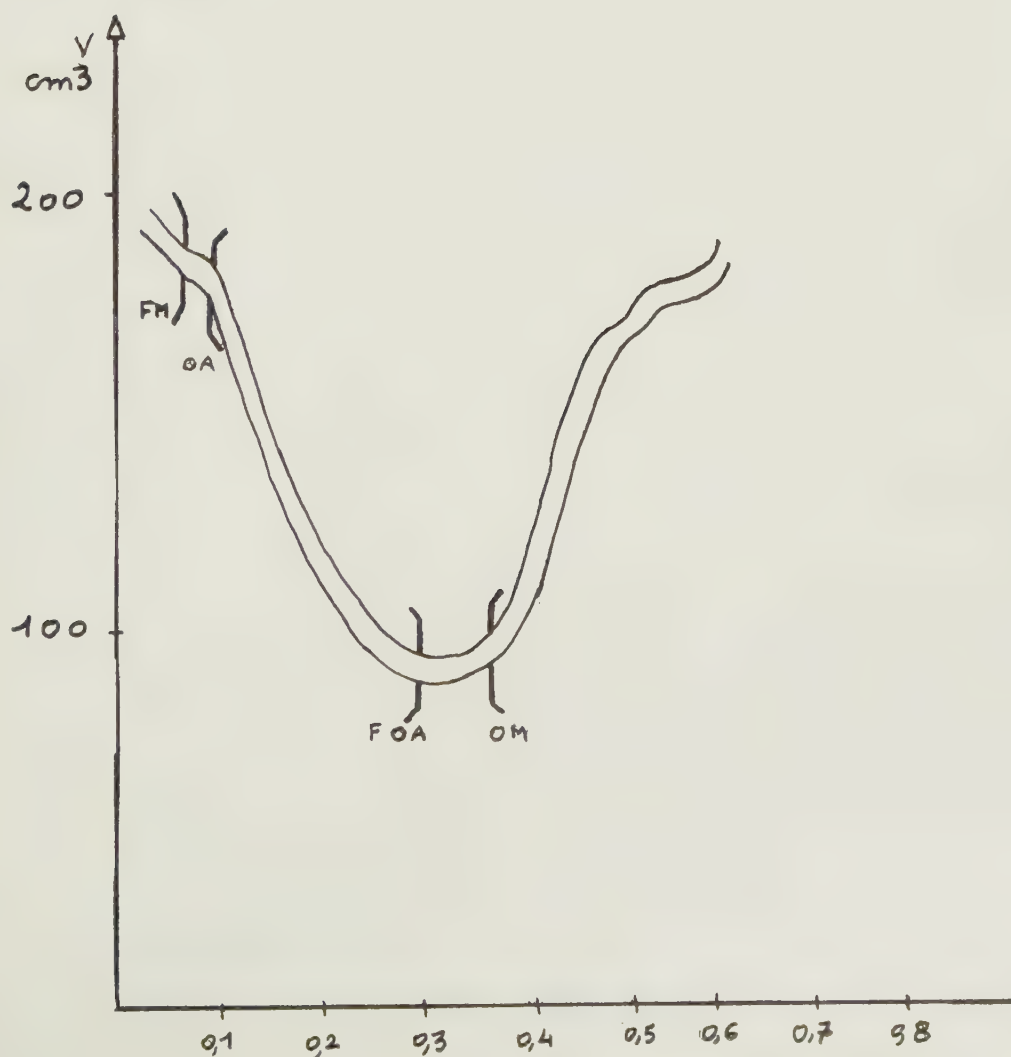
de son lieu (chambre d'admission ou de chasse) et de son importance.

B) Les données chiffrées :

- 1 - chez l'homme normal au repos et pour une fréquence de 70, les chiffres normaux sont les suivants :

- . volume télé-diastolique (V.T.D.) = $72 \pm 22 \text{ ml/m}^2 \text{ S.C.}$
- . volume télé-systolique (V.T.S.) = $22 \pm 10 \text{ ml/m}^2 \text{ S.C.}$
- . volume systolique = V.T.D. - V.T.S. = $45 \pm 10 \text{ ml}$
- . fraction d'éjection = $\frac{\text{V.T.S.} - \text{V.T.D.}}{\text{V.T.D.}} = 0,68 \pm 10$

- 2 - le calcul des volumes endocavitaires par les méthodes cinéangiographiques à chaque instant du cycle cardiaque permet d'étudier les courbes de volume en fonction du temps (courbe de BRUN)



Pendant et après la fermeture de la mitrale et avant l'éjection aortique se place la contraction isométrique horizontale suivie de l'ouverture aortique par une brutale et rapide diminution de volume.

La pente raide qui la traduit s'infléchit progressivement pour aboutir à une portion grossièrement plate, brève correspondant à la phase de relaxation isométrique. Elle remonte ensuite rapidement (phase de remplissage rapide) s'infléchit à nouveau (remplissage lent) et se termine par une remontée courbe (contraction auriculaire).

C) Application à l'étude des performances ventriculaires gauches :

La fonction essentielle du coeur à savoir le maintien d'une perfusion peut être appréciée globalement par la mesure du débit cardiaque.

L'expérimentation et l'expérience clinique montrent qu'une relation complexe où interviennent de nombreux facteurs, existe entre le volume éjecté à chaque contraction ventriculaire gauche due à la sommation des effets des éléments musculaires myocardiaques et la contraction myocardique évaluée en terme de raccourcissement des fibres myocardiques.

Trois facteurs sont à considérer :

- la précharge,
- la postcharge,
- l'état de contractilité du myocarde.

a - la précharge :

Elle détermine l'allongement de la fibre myocardique au temps télé-diastolique de la contraction. Allongement qui peut être assimilé au volume télé-diastolique.

La relation performance-volume ou pression télé-diastolique exprime la loi de FRANK STARLING. Indépendamment de la variation de contractilité le volume télé-diastolique ventriculaire varie sous l'influence de nombreux facteurs (BRAUNWALD).

- le volume sanguin circulant : il influence le

volume télé-diastolique ainsi s'il existe une spoliation sanguine aiguë la performance ventriculaire chute.

- la distribution du volume sanguin entre les compartiments intra et extra-thoraciques : en position debout le compartiment extra-thoracique est plus grand et le volume télé-diastolique diminue. En position couchée le volume télé-diastolique augmente.

- de même l'augmentation de pression extra-thoracique ou intra-péricardique diminue le travail ventriculaire.

- l'absence de systole auriculaire diminue le volume télé-diastolique et entraîne une diminution des performances.

b - la postcharge :

Le deuxième facteur qui règle le raccourcissement des fibres pour un niveau d'allongement diastolique des fibres et une contractilité donnée est la postcharge imposée au muscle.

Le volume systolique est réglé par l'impédance aortique donc chez un sujet sain par les résistances vasculaires périphériques et par le volume du sang présent dans le ventricule au début de l'éjection.

BRAUNWALD a montré qu'à un niveau constant de contractilité l'augmentation de volume télé-diastolique déplace globalement la courbe de relation force - raccourcissement et donc que le raccourcissement à un niveau donné de force intra-ventriculaire est une fonction du volume télé-diastolique.

c - la contractilité myocardique :

Le troisième facteur qui intervient dans le raccourcissement des fibres myocardiques est la contractilité. A volume télé-diastolique maintenu constant l'augmentation de contractilité se traduit par un déplacement global de la relation force - raccourcissement et le raccourcissement à un niveau donné de force intra-ventriculaire est une fonction de l'état contractile.

La contractilité dépend de nombreux facteurs (BRAUNWALD) :

- système sympathique,
- catécholamines circulantes,

- fréquence cardiaque et rythme puisqu'un battement extra-systolique potentialise la systole suivante,
- les drogues inotropes positives (DIGITALE, ISUPREL CALCIUM , CAFEINE),
- les drogues inotropes négatives (QUINIDINE, PROCAINAMIDE, BARBITURIQUES, BETABLOQUANTS),

Dans certains cas, le niveau de contractilité intrinsèque du myocarde peut être déprimée.

Dans ce cas le débit cardiaque et les performances ventriculaires sont au repos maintenus au prix d'un allongement externe en télé-diastole des fibres myocardiques et d'une augmentation du volume télé-diastolique.

A l'effort l'efficacité cardiaque ne peut s'élever et la pression télé-diastolique augmente donc la pression capillaire pulmonaire ce qui entraîne la dyspnée.

En plus des données obtenues à partir de la mesure du volume télé-diastolique ventriculaire, il est possible par des mesures simultanées durant la systole des pressions intra-ventriculaires des volumes ventriculaires et de l'épaisseur de la paroi de définir la relation vitesse-force.

Il faut faire intervenir une valeur K préalable (MASSON - HUGENHOLZ - SONNENBLICK) ou calculée (BESSE) pour apprécier la force développée par l'élément contractile et sa vitesse de raccourcissement. L'extrapolation de la courbe à force 0 permet de calculer la V. max. Cet index de contractilité est considéré actuellement comme le plus valable.

V - ETUDE CRITIQUE:-

A) Liée à la technologie :

a - les voies d'abord

Les volumes ventriculaires s'étudient donc après avoir injecté dans le ventricule gauche une certaine quantité de produit opaque et en repérant certains temps de la révolution cardiaque.

La ventriculographie est donc obligatoire et s'obtient le plus souvent après un cathétérisme rétrograde ce qui nous

expose aux incidents habituels des cathétérismes gauches.

La ventriculographie gauche à partir d'une injection dans les cavités droites n'est pas fiable dans la mesure où il existe :

- une superposition des images vasculaires appartenant au temps droit et gauche et où

- il existe une dilution du produit de contraste qui empêche de tracer avec certitude les contours des cavités cardiaques.

C'est pour cette raison que cette méthode qui serait beaucoup plus simple n'est pas utilisée par les auteurs.

b - des techniques d'injection :

Le produit de contraste dont le volume est de 30 à 50 cc injecté à 8 à 10 kilos de pression est un apport extrinsèque pouvant modifier théoriquement la cinétique ventriculaire et les volumes.

Les effets cardiaques et circulatoire des substances de contraste ont été étudiés.

Les changements consécutifs à l'hyperosmolarité du colorant surviennent de façon invariable de 1 à 3 minute après l'injection du produit de contraste. Cependant les effets significatifs sur la contractilité myocardique correspondent à la séquence de temps où le colorant atteint le lit capillaire du myocarde et ne sont pas décelables avant 20 ou 30 secondes après l'injection. Ainsi il ne peut se produire que des changements minimes transitoires de volume dus à l'injection subite du matériel de contraste au cours de la période d'enregistrement du film (BROWN - RAHIMTOOLA - 13)

c - les incidences choisies :

Comparaison entre angiographie en oblique antérieure droite et antéro-postérieure (KENNEDY - TRENHOLME - KASSER).

Le volume ventriculaire gauche peut être déterminé à partir d'une angiographie monoplane prise en oblique antérieure droite et antéro-postérieure.

Ces méthodes sont moins précises nous le verrons que

l'angiographie biplane mais sont plus faciles à manier.

Les obliques antérieures droites semblent supérieures pour le calcul des volumes pour les raisons suivantes :

- l'axe ventriculaire se trouve parallèle à ce plan,
- le contraste est supérieur,
- absence de superposition de la valve aortique,
- la distorsion due au système électromagnétique

et optique paraît optimale.

Cependant cette incidence est la cause de surestimation dans les volumes supérieurs à 100.

- coefficient de relation entre les deux incidences,

(KENNEDY - TRENHOME - KASSER)

	Antéro-postérieur			O.A.D.		
E.D.V.	0,95	± 26	ml	0,97	± 22	ml
E.S.V.	0,96	± 22	ml	0,96	± 17	ml
S.V.	0,85	± 17	ml	0,94	± 14	ml
E.D.V. et E.S.V.	0,97	± 24	ml	0,97	± 24	ml
Fraction d'éjection	0,88	± 0,07	ml	0,91	± 0,06	ml

E.D.V. = end diastolic volume = volume télé-diastolique

E.S.V. = end systolic volume = volume télé-systolique

S.V. = stroke volume = volume d'éjection

Comparaison entre angiographie monoplane et biplane

(SANDLER et DODGE)

L'utilisation des films biplans pour le calcul des volumes ventriculaires gauches est basée sur sa référence à l'ellipsoïde. Ceci a été confirmé par l'étude post-mortem du coeur rempli de Sulfate de Baryum et par la comparaison avec des volumes déterminés par la méthode de FICK.

Ces comparaisons avaient montré une excellente corrélation.

Selon IRWINS, KASSER, KENNEDY la comparaison des résultats dérivés de l'angiographie monoplan en oblique antérieure droite et bi-plan montre que la plus grande longueur du ventricule gauche est plus grande en monoplan qu'en biplan durant la fin de la diastole. Toutefois, durant la fin de la systole, l'angiographie monoplane et biplane ont des longueurs similaires.

Le petit axe qui est plus grand en angiographie monoplane qu'en biplane à la télé-diastole.

La plupart des volumes de télé-diastole mesurent plus de 100 ml et en angiographie monoplane il existe une surestimation par rapport à la biplane de 25 à 35 %.

Les coefficients de relation sont $r = 0,966$.

En télé-systole la plupart des volumes sont inférieurs à 100.

Les deux méthodes ont des résultats similaires

Le coefficient de relation est $r = 0,969$

Equation de régression entre angiographie monoplane volume C et biplane volume B :

tous les volumes = volume B = volume C X 0,787 + 7,8
 télé-diastole = volume B = volume C X 0,940 - 10 ml
 télé-systole = volume B = volume C X 0,981 + 1 ml
 volume d'éjection = volume B = volume C X 0,684 + 8,4
 fraction d'éjection = EFB = EFC X 0,926 + 0,06

d - concernant les documents :

leur recueil.-

1) les clichés obtenus par sériographie

On est surtout limité par la fréquence de prise d'image qui varie de 6 à 12 par seconde. Il est cependant rare de ne pas avoir à cette cadence la télé-diastole et la télé-systole. L'étude des courbes de volume est impossible.

2) les clichés obtenus par cinéangiographie

Ces derniers permettent d'avoir une meilleure idée de la cinétique ventriculaire grâce à la fréquence de prise de vue qui est de 100 par seconde

leur lecture.-

La lecture des clichés radiologiques est simple en cas de sériographie mais elle est plus difficile en cas de cinéangiographie.

Quelque soit la méthode , il est :

- souvent difficile de préciser exactement les contours ventriculaires et le plancher des valves aortiques ,

- fréquent qu'un résidu de produit de contraste au niveau de l'apex donne un aspect frangé , nébuleux pouvant entraîner des différences de mesures de l'ordre de 5 mm dans le sens longitudinal et souvent autant dans le sens vertical.

Ces imprécisions de mesure doivent donc entraîner une certaine élasticité dans l'interprétation des mesures quantitatives des résultats.

le choix des clichés .-

Comme nous l'avons dit, doivent être éliminés les clichés au moment des phénomènes extra-systoliques ou après ces derniers, ainsi que les ventriculographies à contour flou et les injections intra-myocardiques.

Le couplage d'un électrocardiogramme avec des images radiologiques paraît très utile car permet de déterminer avec une précision absolue la télé-diastole et la télé-systole

Cependant un certain nombre d'auteurs n'utilise pas cette méthode pour des raisons techniques. Il semble cependant que l'on puisse repérer ces différents temps de la révolution cardiaque avec une précision de l'ordre de deux images en cinéangiographie à une cadence de 100 par seconde

B) Liée aux méthodes de calcul :

Critique globale

Il n'est pas tenu compte dans le calcul du volume diastolique de l'appareil sous valvulaire noyé dans la cavité

Si son volume a une importance significative par rapport à la cavité réduite en systole, il ne représente qu'une fraction négligeable des cavités diastoliques estimée au maximum à 5 %.

En systole les piliers sont apparants et ils constituent souvent la limite de la cavité et leur volume est exclu des mesures.

Critique liée à la méthode des axes

Selon les auteurs lyonnais (AMIEL - RUBET) les résultats obtenus par cette méthode paraissent peu fiables et surtout discordants.

En contrôlant des volumes connus de forme et de dimension voisines de celles du ventricule gauche sont apparues les causes d'erreur suivantes :

- certaines liées à l'ensemble du système, prise des images et projection. En effet, le facteur d'agrandissement varie du centre à la périphérie de l'image sans que cette augmentation soit linéaire et ceci d'une façon anisocentrique selon les axes de l'image.

Cette véritable distorsion est donc facilement sur-estimée et sous-estimée selon les dimensions du ventricule gauche.

- d'autres sont fonction de l'opérateur, d'une part dans les tracés des contours, d'autre part dans le choix des axes. Ce facteur est important lorsque l'image est dysymétrique.

- enfin, le fait que le grand axe de l'objet soit parallèle ou incliné de 30° par rapport au plan de projection (face d'entrée de l'amplificateur de brillance) modifie dans des conditions notables les chiffres de volume. C'est ainsi que la surélévation du volume due à cette méthode peut être artificiellement dans certains cas compensée en n'amenant pas le grand axe de l'objet dans un plan parallèle au plan de projection.

C'est probablement ce qui se passe, car le volume ventriculaire est calculé selon cette méthode le malade étant de face et non pas en oblique antérieure droite.

Quelques soient les justes critiques que nous venons d'énumérer, il convient de dire aussi que d'autres auteurs (GREENE - CARLISLE - GRANT - BUNNEL - SANDLER - HAWLEY - DODGE - BAXLEY) ont comparé cette méthode avec celle des cylindres chez les mêmes patients avec des résultats analogues.

Il s'agit d'une méthode simple et relativement rapide.

Critique liée à la méthode des cylindres

Il s'agit indiscutablement de la meilleure méthode de calcul volumétrique car c'est elle qui entraîne de part son essence même le minimum d'erreur.

Selon BESSE il n'existe aucune différence notable pour un volume déterminé et son calcul théorique.

Les erreurs étant inférieures à 10 % tant que le volume réel ventriculaire gauche ne dépasse pas 220 ml. Pour une dilatation supérieure les résultats du calcul conduisent à une surestimation qui reste cependant inférieure à 10%

C) Liée à l'interprétation des résultats :

Quelques soient les méthodes d'enregistrement, d'analyse, il conviendra toujours d'interpréter avec une certaine largesse les résultats : des variations peu importantes ne doivent pas être considérées comme significatives en raison des différentes sources d'erreur que nous avons énoncées.

Il n'en demeure pas moins vrai qu'il s'agit d'une méthode intéressante de calcul et qu'elle donne des renseignements tant volumétriques que morphologiques d'intérêt majeur dans l'hémodynamique cardiaque.

L'interprétation des résultats selon des courbes paraît être un apport certain à cette méthode mais présente malheureusement l'inconvénient de sa difficulté d'application pour des raisons matérielles de temps et de personnel.

ETUDE DES VOLUMES VENTRICULAIRES ET DE LA FONCTION
VENTRICULAIRE GAUCHE CHEZ 51 CORONARIENS

I - LES SUJETS.-

Il s'agit de 51 malades présentant une insuffisance coronarienne et qui ont été soumis à une coronarographie et à une ventriculographie soit diagnostique soit en vue d'une chirurgie de revascularisation du myocarde.

Ont été éliminés ceux qui avaient une maladie valvulaire.

Les malades retenus ont été divisés en deux groupes :

- ceux qui présentaient une contraction ventriculaire gauche paraissant normale (27),
- ceux qui avaient une contraction anormale (24).

Chacun des groupes fut séparés en trois sous groupes d'après le nombre d'artères sténosées une, deux et trois.

On dénombre 45 hommes et 6 femmes.

Age limite : entre 40 et 60 ans.

Moyenne : 49 ans.

II - LES METHODES.-

L'étude hémodynamique et angiographique fut pratiquée à jeun.

Le cathétérisme du ventricule gauche fut pratiqué selon la technique de SELDINGER avec des cathéters de BOURASSA.

Les pressions sont enregistrées avec un appareillage THOMPSON-TELCO.

La ventriculographie se fait en oblique antérieure droite à 30°. Les images sont enregistrées à l'aide d'une caméra de 35 mm à la cadence de 100 images par seconde.

50 cc de produit opaque sont injectés en deux à trois secondes, ceci ayant été précédé par la prise des pressions à l'intérieur du ventricule gauche. Ces dernières sont reprises après l'examen.

L'analyse qualitative de la ventriculographie effectuée lors de la projection utilise la méthode de surimposition de décalques obtenue en télésystoles et en télédiastoles. Le repérage de ces deux temps ne peut, pour des raisons techniques, se faire à l'aide d'un électrocardiogramme couplé.

Nous estimons cependant qu'à une cadence de 100 images par seconde il est possible à peu d'erreur de délimiter d'une manière assez précise ces deux temps. Cette analyse d'autre part a permis de démontrer soit une contraction normale de l'ensemble du ventricule gauche (synergie) soit une diminution de l'amplitude de la contraction de la région antérieure apicale ou diaphragmatique (asynergie).

Nous avons inclus dans le groupe des patients avec contraction anormale à la ventriculographie ceux qui avaient une diminution ou une hypokinésie modérée et ceux qui présentaient une absence complète de contraction ou akinésie d'une ou plusieurs parois.

Les patients dont la ventriculographie n'était pas pour des raisons techniques adéquate ont été exclus.

Les formules quantitatives furent obtenues par la méthode de GREENE, BOURASSA qui utilisent les plus grands axes ventriculaires.

Nous rappelons que la formule est la suivante :

$$V = KLM^2$$

K = coefficient d'agrandissement calculé à partir d'un cathéter intra-ventriculaire

L = diamètre longitudinal

M = diamètre transversal à partir de la moitié du diamètre longitudinal.

Les volumes télé-diastoliques et télé-systoliques furent donc obtenus à partir de cette formule.

Le volume d'éjection étant la différence entre le volume télé-diastolique et le volume télé-systolique.

La fraction d'éjection étant le rapport entre le volume d'éjection et le volume télé-diastolique.

Enfin, la coronarographie sélective fut pratiquée selon la technique et le matériel de BOURASSA en commençant par la coronaire gauche avec plusieurs incidences.

La première en frontale, la seconde en oblique antérieure droite à 30°, la troisième en oblique antérieure droite à 70°.

Quant à la coronaire droite, son étude fut entreprise en oblique antérieure droite à 40° et en oblique antérieure gauche à 40°.

Les sténoses furent appréciées en pourcentage : 30 - 50 ou 70 % .

III - LES RESULTATS.-

A)- les coronarographies :

a - l'importance de la sténose

Sténose	1 artère	2 artères	3 artères
	21	11	19

Ce premier tableau nous montre donc pour un lot de 51 coronariens tout venant la plus grande fréquence des atteintes pluri-tronculaires.

b - le siège d'atteinte des artères
coronaires

Artère coronaire gauche	Tronc	I.V.A. 1+2		Diagonale	Circonflexe
	9	28	24+4	9	22 2 grêles 1 ralentis- sment

Artère coronaire droite	1	2	3
	13	25	8

Nous voyons donc qu'il existe une prédominance des atteintes de l'interventriculaire antérieure dans sa première partie, de la circonflexe et de la deuxième portion de l'artère coronaire droite.

c - étude de la collatéralité visible

18 malades présentent une collatéralité radio-visible.

Collatérales 18	Homo-coronarienne 6	Contro-coronarienne 14
	Deux homo et contro	

Nous en déduisons donc en général qu'un malade sur trois présente une collatéralité au niveau de son système coronarien et qu'il existe une plus grande fréquence des anastomoses inter-vasculaires.

Il faut d'autre part noter que sur ces 18 malades 11 présentent des thromboses radio-visibles, c'est dire que les thromboses entraînent d'une manière plus fréquente une collatéralité.

d - étude des thromboses

Parmi les 51 malades il existe 16 thromboses radio-visibles.

Artère coronaire gauche				Artère coronaire droite	
Tronc	I.V.A.	Diag.	Circonf.	1	2
2	6	3	2	3	

On remarque donc 30% environ de thrombose avec une très grande fréquence de l'atteinte de l'artère coronaire gauche.

B)- les volumes :

Nous avons préféré ne pas tirer de renseignements définitifs quant à l'importance des volumes ventriculaires en raison de l'impossibilité de comparer nos résultats aux normes habituelles car nous ne les avons pas ramenés à l'unité de surface corporelle. En fait, seule la fraction d'éjection qui est un rapport de deux volumes par m² semble pour tous les auteurs représenter la valeur de base de la fonction ventriculaire.

C)- la fraction :

a - étude chez des sujets normaux

Nous avons en effet effectué chez 8 malades indemnes de toute cardiopathie, des calculs de volumes ventriculaire afin de comparer nos résultats aux valeurs habituellement admises.

Les résultats des fractions d'éjection sont les suivants :

0,63
0,86
0,91
0,60
0,74
0,74
0,83
0,85

Nous constatons donc que :

- 1°) les valeurs limites sont entre 0,60 et 0,85 ;
- 2°) que ces valeurs sont conformes aux normes habituelles admises c'est-à-dire $0,68 \pm 10$



3°) que la valeur moyenne est supérieure et se trouve être à 0,77

Nous pensons donc que notre technique est fiable et nous avons donc entrepris l'étude des volumes ventriculaires chez 51 de nos coronariens en prenant les références admises généralement c'est-à-dire concernant une fraction d'éjection comprise entre 0,58 et 0,78.

b - étude chez les coronariens

Nous constatons donc qu'il existe 22 malades dont la fraction d'ejection est inférieure à la normale et 29 qui se situent dans les normes ou même ont des résultats supérieurs.

On remarque dans ce tableau un groupe de malade dont la fraction d'éjection est particulièrement effondrée: il s'agit en fait d'anévrysme ventriculaire.

D) - Etude cinétique et morphologique :

a - rapport cinétique , nombre d'artères
sténosées

Sténose	Contraction normale (synergie)	Contraction anormale (asynergie)
1 artère	18	3
2 artères	5	6
3 artères	4	15

soit 27 synergie
24 asynergie.

Les troubles cinétiques seraient donc presque aussi fréquents que les contractions ventriculaires normales.

L'asynergie est particulièrement fréquente dans les atteintes tri-tronculaires.

La synergie se rencontre particulièrement dans les atteintes monotronculaires.

b - rapport cinétique, sévérité et lieu
de l'atteinte

. sévérité de l'atteinte (thrombose)

Il nous a paru particulièrement intéressant d'étudier d'éventuelles relations entre la thrombose et la cinétique ventriculaire et la fonction myocardique.

Il existe donc 16 thromboses myocardiques et on ne note pas de trouble particulier de la fonction ventriculaire

inhérent à cet aspect radiographique par rapport aux autres coronariens.

Thrombose	Asynergie	Synergie
16	8	8

Parmi les 8 artères à contraction ventriculaire normale, toutes ont un réseau anastomotique de suppléance :

- trois ont une atteinte tritronculaire,
- trois ont une atteinte bitronculaire,
- deux ont une atteinte monotronculaire.

La moitié ont une sténose de l'interventriculaire antérieure.

Parmi les 8 asynergies :

- deux présentent un anévrysme,
- deux ont un réseau anastomotique mais un présente un anévrysme,
- toutes ont des lésions tritronculaires sans lieu de prédilection pour les thromboses.

C'est dire :

- que présenter une nécrose n'entraîne pas toujours d'asynergie même s'il existe une sténose sur les trois troncs,
- que l'absence de trouble cinétique chez une personne qui a une thrombose sous entend un réseau anastomotique

. lieu de l'atteinte

Nous avons essayé de rechercher une éventuelle corrélation entre le lieu de l'atteinte et la cinétique. Il faut distinguer parmi les asynergies

- les akinésies,
- les hypokinésies.

Pression
télédiastolique

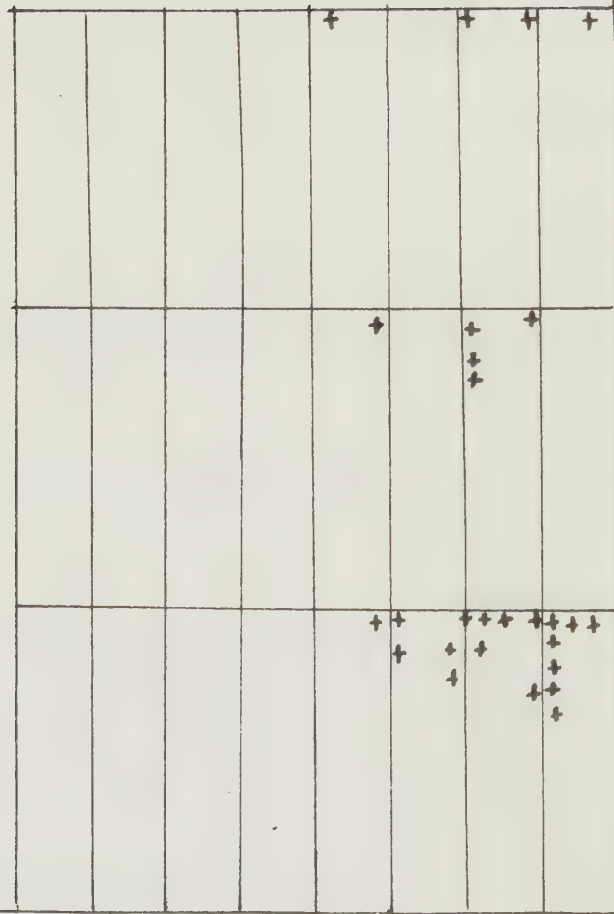
20
15
10
5

Nombre d'artères coronaires
malades

III

II

I



Asynergie	Akinésie	Hypokinésie
24	5	9

Parmi les 5 akinésies :

- trois ont une atteinte mono-artérielle, sans thrombose,
- deux ont des atteintes diffuses mal systématisées.

On ne retrouve donc pas dans l'akinésie une relation évidente avec les thromboses.

Les hypokinésies ont toutes une atteinte du réseau coronarien gauche et droit, avec lésions prédominantes de la deuxième portion de l'artère coronaire droite et lésions presque constantes de la circonflexe.

Il semblerait donc que les hypokinésies soient la conséquence de lésions bilatérales.

c - rapport cinétique - pression télé-diastolique - nombre d'artères sténosées

. sans anomalie de la contraction

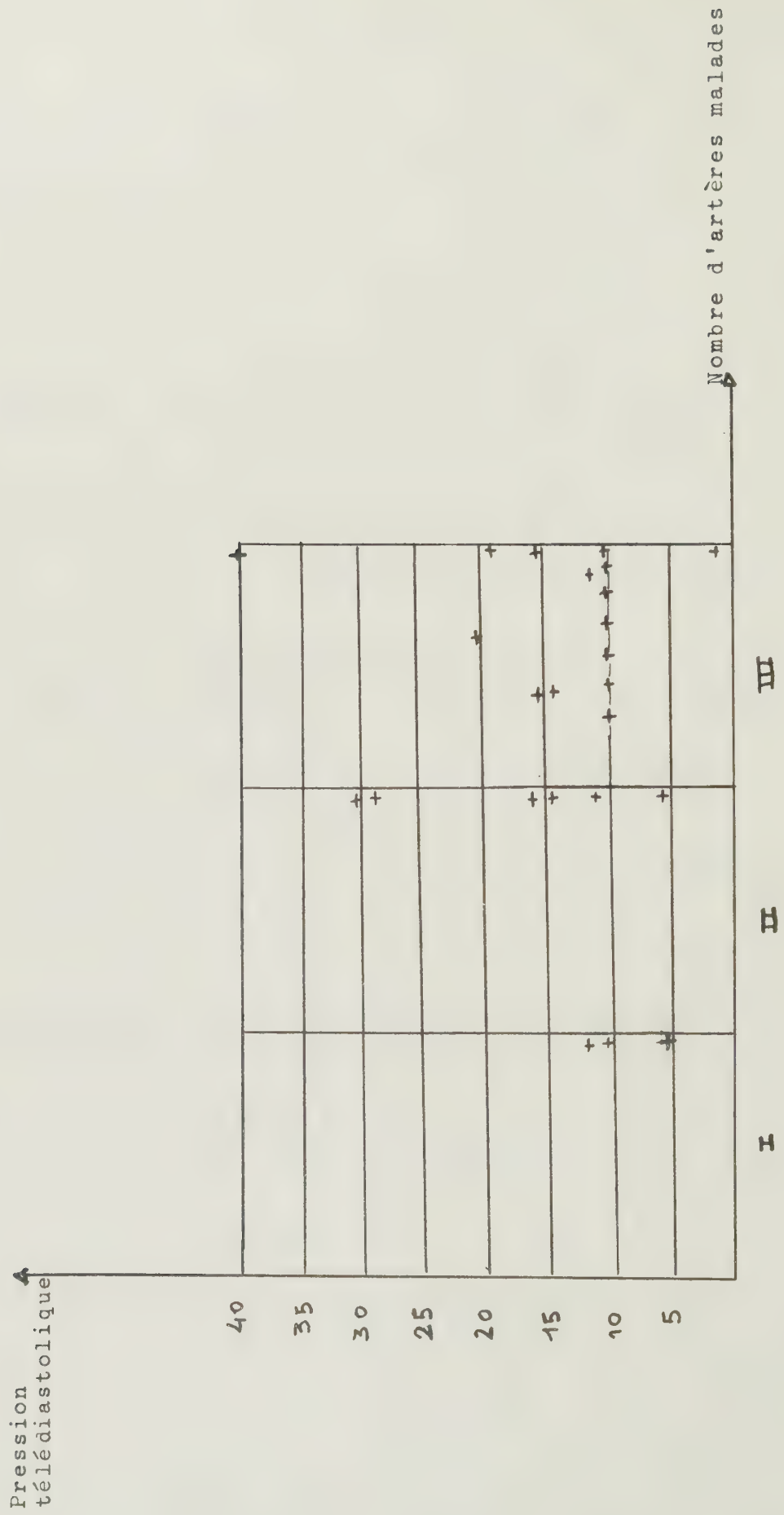
Voir tableau

Ce dernier nous montre :

- en ce qui concerne la pression elle est inférieure ou égale à 10 dans plupart des cas (18 sur 26)

- en ce qui concerne les artères coronaires :

- 18 sur 27 ont une atteinte d'une seule artère,
- 5 sur 27 ont une atteinte bitronculaire,
- 4 sur 27 sont tritronculaires.



L'atteinte d'une seule artère coronaire est donc un facteur de bon pronostic quant à la cinétique correcte et quant à la fonction myocardiaque.

Parmi les 5 malades qui ont une atteinte bitronculaire, il est remarquable d'objectiver que 4 ont un réseau anastomotique développé et le cinquième des lésions dont l'importance est inférieure à 50 %.

Les 4 tritronculaires se définissent comme suit :

- deux ont un réseau anastomotique,
- deux ont des lésions diffuses mais inférieures à 50 % ;

Ces quatre personnes ont une fraction d'éjection normale.

Semble donc être déterminant :

- le nombre d'artères atteintes,
- le réseau de suppléance surtout dans les atteintes bi et tri-tronculaires.

. _avec_anomalie_de_contraction

Voir tableau

Ce dernier nous montre :

- que les pressions télédiastoliques sont supérieures dans l'ensemble à 10 (21 sur 24)
 - que plus de la moitié des artères coronaires (15 sur 24) ont des lésions tritronculaires.
 - six des lésions bitronculaires
 - trois des lésions monotronculaires
- dont une sur l'interventriculaire antérieure et deux sur l'artère coronaire droite avec des degrés de sténose aux environs de 80 %.

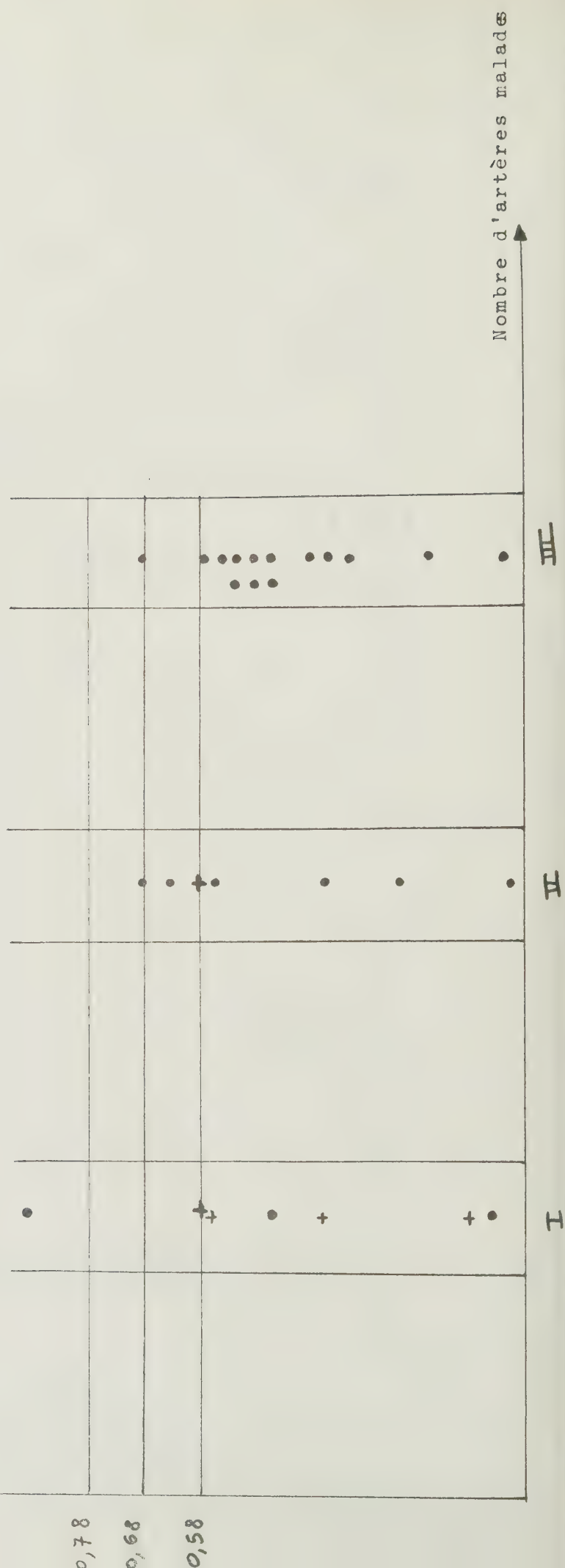
Il est bien évident cependant qu'une seule atteinte d'une artère coronaire n'entraîne pas toujours une asynergie.

Probablement, parce que la sténose est plus ou moins importante, mais aussi parce que les lésions plus distales

- avec asynergie

+ sans trouble c:

Figurent toutes les asynergies et les fractions d'injection abaissées



et moins visibles sont dans ces cas probablement associées, élément d'ailleurs connu depuis un certain temps. Les troubles cinétiques paraissent donc être en principe le lot des coronariens sévères bi ou tritronculaires.

d - rapport fraction d'éjection, nombre
d'artères pathologiques, troubles cinéti-
ques

Voir tableau

Nous avons uniquement sélectionné ceux dont la fraction d'éjection était abaissée afin de visualiser une éventuelle corrélation avec les troubles cinétiques, en mettant cependant sur le graphique la fraction d'éjection de toutes les asynergies.

Nous remarquons donc que les tritronculaires qui, comme nous le savons, avaient presque toutes des troubles cinétiques (15 sur 19) et une majoration des pressions télédiastoliques ont une fraction d'éjection diminuée jusqu'à l'extrême dans les ectasies. Le seul tritronculaire à pression télédiastolique basse a une fraction d'éjection normale et un réseau anastomotique.

Quant aux malades qui ont une atteinte bitronculaire (5 sur 11 avec troubles cinétiques) :

- sur 5 fractions d'éjection diminuées dont une très modérément , quatre ont des troubles cinétiques,

- mais deux ont des troubles cinétiques avec fraction d'éjection normale.

Ils ont respectivement une pression diastolique à 12 et à 5 . Un présente un anévrysme ventriculaire, expliquant l'asynergie et l'autre des atteintes diffuses.

Pourquoi une telle discordance ?

On peut éventuellement se poser le problème d'une fonction myocardique actuellement compensée. Il serait probablement très utile de vérifier l'évolution hémodynamique de tels malades.

Quant aux atteintes monotronculaires (21) :

- 5 ont une fraction d'éjection diminuée, mais en fait surtout quatre;
- 2 de ces 5 ont des troubles cinétiques correspondant à des anévrysmes;
- 1 a une thrombose de l'artère coronaire (artère du bord gauche) ;
- 1 a une sténose de l'I.V.A. avec une fraction d'éjection effondrée.

Nous retrouvons dans cette dernière catégorie un certain nombre d'éléments discordants. Certes l'existence d'anévrysmes explique aisément les troubles cinétiques et la diminution de la fraction d'éjection. Par contre, deux cas paraissent difficilement interprétables , c'est la raison pour laquelle plusieurs hypothèses peuvent être avancées:

- soit atteinte des artères septables, des capillaires ou éventuellement de la fibre myocardique.

De telles différences d'interprétation sont importantes car paraissent avoir des conséquences immédiates pratiques.

En effet, si comme, certains auteurs le pensent à nouveaubien que cette question soit discutée, une indication opératoire soit portée dans le cadre d'une déficience myocardique , il paraîtrait évident d'écarter ces cas discordants en raison de la possibilité , toujours réelle, d'une atteinte myocardique d'étiologie indéterminée car les associations sont bien sûr toujours possibles.

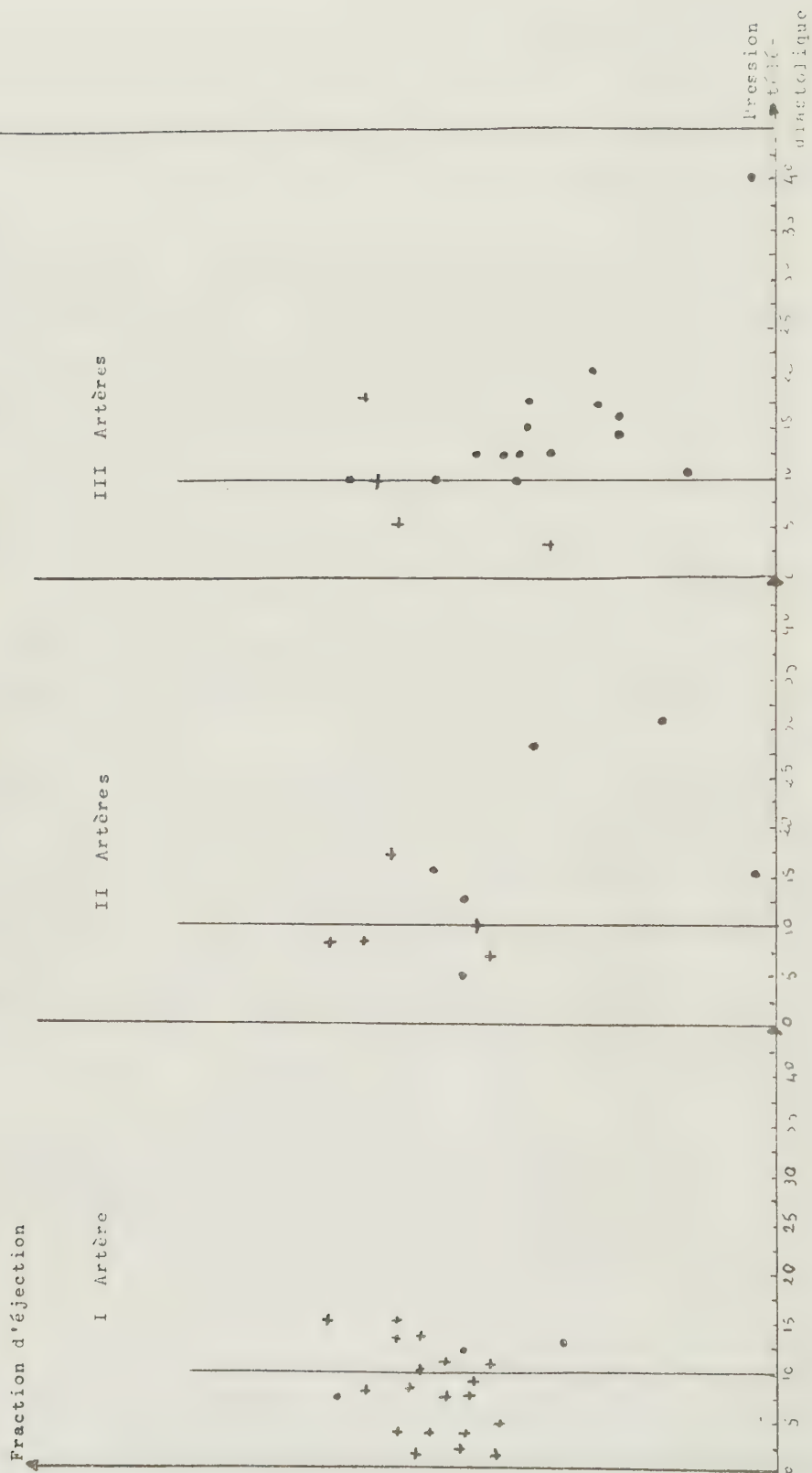
e - rapport troubles cinétiques, fraction d'éjection, pression télé-diastolique, nombre d'artères sténosées

Voir tableau

Ce dernier nous montre :

- que la pression télé-diastolique est inversement proportionnelle à la fraction d'éjection
- que si la pression télé-diastolique est augmentée avec onservation de la fraction d'éjection il n'y a

• avec troubles cinétiques
+ sans trouble cinétique



pas de trouble cinétique

- que les fractions d'éjection sont en principe abaissées dans les tritronculaires et les bitronculaires

- qu'une pression télé-diastolique inférieure ou égale à 10 sous entend en général une cinétique normale.

- une pression télé-diastolique supérieure ou égale à 10 s'accompagne très souvent d'une asynergie.

- que si la fraction d'éjection est abaissée et que la pression télé-diastolique est inférieure à 10, il n'y a pas de trouble cinétique.

La cinétique semble donc être mieux appréciée d'une manière indirecte par la pression télé-diastolique que par la mesure de la fraction d'éjection.

/ C O N C L U S I O N /

L'étude des volumes ventriculaires gauches permet d'analyser d'une manière quantitative et qualitative la fonction ventriculaire.

Ceci s'effectue par différentes méthodes dérivées de la formule de l'ellipsoïde et de la méthode des tranches cylindriques. C'est cette dernière qui paraît la plus exacte cependant elle a l'inconvénient d'être difficilement applicable.

Il nous a paru cependant logique d'utiliser en raison de l'approximation toujours existante, la méthode la plus simple, c'est-à-dire celle des plus grands axes.

Les résultats que nous avons obtenus sont comparables à ceux des autres auteurs et ceci nous a permis d'envisager l'étude des volumes et de la fonction ventriculaire chez 51 coronariens.

Ils peuvent se résumer de la manière suivante :

- il existe une plus grande fréquence des atteintes pluri-tronculaire . Les lésions se rencontrent volontiers sur l'interventriculaire antérieure , la coronaire droite (deuxième portion) et la circonflexe.

- 48 % des coronariens tout venant ont des troubles cinétiques et une fraction d'éjection diminuée.

- les malades qui ont présenté une thrombose ont leur réseau gauche le plus souvent atteint et il semble que la thrombose ne modifie pas la cinétique cardiaque dans 50 % des cas mais dans cette perspective , le réseau anastomotique paraît constant et bien développé.

Dans la moitié des autres cas on note des lésions tritronculaires. C'est dire d'une autre manière qu'un malade qui a présenté une thrombose et chez qui on note à la phase

chronique des troubles cinétiques a probablement des lésions tritronculaires s'il n'a pas d'anévrysme.

- les asynergies ne sont pas la conséquence de forme topographique ou clinique d'insuffisance coronarienne (thrombose) mais paraissent dues au degré et à la diffusion de l'atteinte.

C'est ainsi que :

. les lésions tritronculaires ont pour conséquence des troubles cinétiques, une diminution de la fraction d'éjection et une augmentation de la pression télé-diastolique, sauf s'il existe des anastomoses mais ces dernières n'arrivent pas toujours à entraîner une bonne fonction myocardique.

. les lésions bitronculaires s'accompagnent souvent de troubles cinétiques. Quand ces derniers n'existent pas, on retrouve le rôle prépondérant des anastomoses.

. l'atteinte d'une seule artère n'entraîne pas en général de trouble cinétique ni de majoration de pression télé-diastolique. La fraction d'éjection est dans ce cas satisfaisante.

La constatation de résultats anormaux fait évoquer en l'absence de thrombose un élément non radio-visible : soit atteinte des septales ou du réseau capillaire ou du myocarde.

- l'appréciation des troubles cinétiques, qui dans certains cas est difficile en raison du facteur subjectif paraît mieux approchée d'une manière indirecte par la mesure de la pression télé-diastolique . Le parallélisme entre la fraction d'éjection et les troubles cinétiques ne paraissant pas évident.

Nous pourrions en tirer les conséquences thérapeutiques suivantes :

- la constatation d'anastomose apparemment bien développée ne doit pas a priori éloigner une indication opératoire dans la chirurgie de revascularisation. Tout dépend de

l'élément clinique mais aussi hémodynamique dont cette méthode semble être un des éléments principaux.

Il paraît logique de porter une contre-indication opératoire dans les atteintes monotronculaires lorsque la fraction d'éjection est très diminuée car on ne sait pas s'il s'agit d'une atteinte des artères septales, des capillaires, ou myocardique indépendante. Dans ce dernier cas la chirurgie ne serait probablement pas utile.

- des contrôles de la fonction myocardique avant et après l'acte chirurgical permettraient une appréciation particulièrement objective des résultats.

Ceci aurait probablement pour conséquence de cerner plus finement le problème très délicat des indications opératoires dans les cardiopathies ischémiques.

B I B L I O G R A P H I E

- 1) - AMIEL (M.), RUBET (A.), MIKAELOFF (P.), DE CASTRO (O.),
JANIN (A.), et CABADES (A.)
Notre expérience de la mesure des volumes ventriculaires gauches
en radiocinéma monoplan . LYON Médical
- 2) - ARVIDSSON (H.)
Angiographic determination of left ventricular volume.
Acta Radiologica , 56, 321, 1961
- 3) - ARVIDSSON (H.)
Angiographic observations in mitral disease, with specific
reference to volume variations in the left atrium.
Acta radiol.(suppl.), 158, 11, 1958
- 4) - BAKER (O.), KHALOF (J.) et CHAPMAN (C.B.)
A scanner - computer for determining the volumes of cardiac
chambers from cinefluorographic films.
Am. Heart. J. 62, 797, 161.
- 5) - BARTLE (S.H.) et SANMARCO (M.E.)
Comparison of angiographic and thermal washout technics for
left ventricular volume measurement .
Am. J. cardiol. 18, 235, 1966
- 6) - BESSE (P.), TERRASSON (C.), LEFRANC (G.), BROUSTET (J.P.),
MOTHES (Ph.), et BRICAUD (H.)
Calcul des volumes ventriculaires à partir d'angiocardiogra-
phies et de courbes de dilution.
Journées françaises d'informatique médicale et hospitalière.
TOULOUSE , 127, 1969.

- 7) - BESSE (P.), BRICAUD (H.), TERRASSON (C.), BESSE (J.) et CLERGUE (M.)
Détermination des propriétés mécaniques du muscle cardiaque chez l'homme ; estimation du volume des cavités gauches à partir d'une injection d'indicateur dans les cavités droites
Vème Congrès Européen de Cardiologie . ATHENES septembre 1968

- 8) - BESSE (P.), BRICAUD (H.), TERRASSON (C.), BESSE (J.), CLERGUE (M.), BROUSTET (P.)
Volumes cardiaques et mécaniques ventriculaires.
Journées d'Electronique Médicale et de Génie Biologique.
TOULOUSE, mars 1968

- 9) - BESSE (P.), TERRASSON (C.), LEFRANC (G.), BROUSTET (J.P.), MOTHES(Ph.) et BRICAUD (H.)
Calcul des volumes ventriculaires à partir d'angiocardio-graphies et de courbes de dilution
A. 776 - Journées françaises d'informatique médicale et hospitalière . TOULOUSE - 1969 - 127 - 147.

- 10) - BJORK (L.), CULLHED (J.) et HALLEN (A.)
Cineangiocardigraphic studies of the left ventricle in patients with angina pectories. Circulation 36, 868, 1967

- 11) - BOURASSA (M.G.) et ELBAR (J.)
Functional assessment of patients with coronary artery and ventricular synergy and asynergy. Circulation 41 (suppl.) III 12, 1970.

- 12) - BOURASSA (M.G.), CAMPEAU (L.), LESPERANCE (J.), SALTIEL (J.) CASTONGUAY (Y.), GRONDIN (P.) et DAVID (P.)
Etude des modifications de la dynamique et de la fonction ventriculaire gauche après pontage aorto-coronarien

- 13) - BROWN (R.), RAHIMTOOLA (S.H.), DAVIS (G.D.) et SWAN (H.J.C.)
The effect of angiocardigraphic contrast mediuon on circulatory dynamics in man : cardiac outpret during angiocardio-graphy. Circulation, 31, 234, 1965.

- 14) - BRUN (Ph.), GESCHWIND (H.), KILIMNIK (L.), LABRUNIE (P.)
CAMPAGNAC (J.) et LARDANI (H.)
Courbe de volume ventriculaire gauche. Cinéangiographie bi-
plane à 100 pages par seconde. Coeur et Médecine Interne
1966, 4, 415-436
- 15) - BRUN (P.), CANNET (G.) et HERREMAN (F.)
La mesure du volume endocavitaire ventriculaire gauche par
méthode angiographique . Acta Cardiologica 27, 271, 1972
- 16) - BRUN (P.) et RAMELLI (J.Y)
Méthode générale de reconstitution des surfaces instantanées
du myocarde ventriculaire gauche à partir des données ciné-
angiographiques. Service de Physiologie CHU de CRETEIL
- 17) - BUNNELL (J.L.), GRANT (C.) et GREENE (D.G.)
The measurement of left ventricular power and wall tension in
man. Physiologist 5, 115-1962
- 18) - BUNNEL (I.L.), IKKOS (D.), RUDHE (U.G.) et SWAN (H.J.C.)
Left heart volumes in coarctation of the aorta
Amer Heart J 61, 1961, 165
- 19) - BUNNELL (I.L.), GRANT (C.), et GREENE (D.G.)
Left ventricular function derived from the pressure volume
diagrams . Amer J Med 39 - 881, 1965
- 20) - CARLISLE (R.), GRANT (C.), BUNNELL (J.) et GREENE (D.G.)
Pressure volume loops of the human left ventricle from one-
plane cineangiograms. Clin Res. 12, 440, 1964.
- 21) - CARLSSON (E.)
Angiocardiographic measurements of the cardiac ventricles in
dogs. Acta Radiol 1966, 4, 671
- 22) - CHAPMAN (C.B.), BAKER (O.), REYNOLDS (J.) et BONTE (F.J.)
Use of biplane cinefluorography for measurement of ventricular
volume. Circulation 1958, 18, 1105

- 23) - CHAPMAN (C.B.), BAKER (D.), MITCHELL (I.H.) et COLLIER (R.G.)
Expériences with cinefluorographic method for measuring
ventricular volume. Am. J. Cardiol. 18,25,1966

- 24) - CHAPMAN (C.B.), BAKER (O.), et MITCHELL (I.H.)
Left ventricular function at rest and during exercise.
J. Clin. Invest. 38, 1202,1959

- 25) - DAVILA (J.C.) et SANMARCO (M.E.)
An analysis of the fit of mathematical models applicable
to the measurement of left ventricular volume.
The American Journal of Cardiology, 1966, 18, 31,42

- 26) - DELAYE (J.), AMIEL (M.) et GONIN (A.)
La mesure du volume ventriculaire gauche. Méthodes et résultats dans l'appréciation des performances ventriculaires gauches. Hôpital Cardio-vasculaire - 59 bd Pinel LYON
Travail réalisé avec l'aide de l'unité de biologie humaine et l'université Claude Bernard LYON I

- 27) - DI MATTEO (J.), PICARD (R.), VACHERON (A.), DEVERNEJOUL (P.),
MANANBELONA (J.) et KELLERSHOHN(C.)
Essai d'appréciation de la régurgitation mitrale par la
radiocardiographie. Arch. Mal.Coeur 58,373,1965

- 28) - DI MATTEO (J.), PICARD (R.), VACHERON (A.), ROBILLARD
KELLERSHOHN (C.), RANGEL ABUNDIS (A.) et DE VERNEJOUL (P.)
Détermination des volumes et des indices d'éjection ventriculaire par la radiocardiographie. Application à l'étude du coeur thyroïdien. Arch. Mal.Coeur 59,57,1966

- 29) - DODGE (H.T.) et TANNENBAUM (H.L.)
Left ventricular volume in normal men and alterations with disease. Circulation 14,927,1956

- 30) - DODGE (H.T.), BALLEW (D.H.) et SANDLER (H.)
Pressure-volume curves of the diastolics left ventricle in man. Circulation res. 20,686,1959

- 31) - DODGE (H.T.), SANDLER (H.), BALLEW (D.H.) et LORD (J.D.Jr)
Use of biplane angiocardiology for the measurement of
left ventricular volume in man. Am; Heart. J. 60, 762, 1960

- 32) - DODGE (H.T.), SANDLER (H.) et HAY (R.E.)
Left ventricular pressure-volume loops in man with valvular
heart disease. Circulation 24, 920, 1961.

- 33) - DODGE (H.T.), HAY (R.E.) et SANDLER (H.)
Pressure-volume of the diastolic left ventricle of man with
heart disease. Am. Heart.J. 64, 503, 1962

- 34) - DODGE (H.T), HAY (R.E.) et SANDLER (H.)
An angiographic method for directly determining left ventri-
cular stroke volume in man. Circulation Res. 2, 739, 1962

- 35) - DODGE (H.T.), SANDLER (H.), BAXLEY (W.A.) et HAWLEY (R.R.)
Usefulness and limitations of radiographic methods for deter-
mining left ventricular volume. Am.J.Cardiol. 18, 10, 1966

- 36) - DODGE (H.T.) et BAXLEY (W.A.)
Left ventricular volume and mass and their significance in
heart disease. Am.J.Cardiol. 23, 528, 1969

- 37) - DODGE (H.T.), SANDLER (H.), BALLEW (D.W.) et LORD (J.D.)
The use of biplane angiocardiology for measurement of
left ventricular volume in man . Am. Heart J. 61, 165, 1961

- 38) - DODGE (H.T.), HAWLEY (R.R.) et BAXLEY (W.A.)
Calculation of left ventricular chamber volume from single
plane angiograms. Clin. res. 14, 164, 1966

- 39) - DONATO (L.), GIUNTINI (C.), LEWIS (M.L.), DURAND (J.),
ROCHESTER (D.F.), HARVEY (R.M.) et COUNNAND (A.)
Quantitative radiocardiography = theoretical considerations
Circulation 1962, 26, 174

- 40) - DURAND (J.), DONATO (L.), PARKER (J.O.), ROCHESTER (D.F.)
et Cournand (A.)
Tentative de mesure séparée des volumes de sang présents
dans les deux ventricules pendant les différentes phases du
cycle cardiaque à l'état stable et au cours de l'exercice
musculaire modéré. Archives Sciences physiologistes 15, 55, 1961
- 41) - ELLIS (L.B.), ALLISON (R.B.), RODRIGUEZ (F.L.) et ROBBINS(S.L.)
Relation of degree of coronary artery disease and of
myocardial infarction to cardiac hypertrophy and chronic
congestive heart failure. New Eng.J.Med. 266, 525, 1962
- 42) - FOLSE (R.) et BRAUNWALD (E.)
Determination of fraction of left ventricular volume ejected
per beat and ventricular end-diastolic and residual volumes.
Circulation, 25, 674, 1962
- 43) - FRIESINGER (G.C.), SCHAFFER (J.), CRILEY (J.M.), GAERTNER(R.A.)
et ROSS (R.S.).
Hemodynamic consequences of the injection of radiopaque
material. Circulation, 31, 730, 1965
- 44) - FREIS (E.F.), RIVARA (G.L.) et GILMORE (B.L.)
Estimation of residual and end-diastolic volumes of the
right ventricle of men without heart disease, using the
dye-dilution method. Am.Heart.J. 60, 898, 1960
- 45) - FRY (D.L.), GRIGGS (D.M.Jr) et GREENEFIELD (J.C.Jr)
Myocardial mechanics = tension velocity length relations
in strips of heart muscle. Circulation Res, 14, 73, 1964
- 46) - GIMENEZ (J.L.), STEWART (G.H.), LYNCH (P.R.) et STAUFFER(H.)
Biplane High-speed (540 frames per second) cinefluoroscopic
preliminary observations in the Rochester Symposium on
cineradiology, University of Rochester, Rochester, New York,
March 3 to 5, 1966

- 47) - GOERKE (R.), et CARLSSON (E.)
Calculation of right and left cardiac ventricular volume using standard computer aequipment and biplane angiocardio-grams. Invest. Radiol. N°5 360,367,2,1967.
- 48) - GOULD (P.), GHISTA (D.), BROMBOLICH (L.) et MIRSKY (J.)
In vivo stresses in the human left ventricular wall = analysis accounting for the irregular 3 dimensional geometry and compa-
rison with idealised geometry analyses. J. Biomechanics
5,521,1972
- 49) - GRANT (C.), GREENE (D.G.) et BUNNELL (J.L.)
Left ventricular enlargement and hypertrophy.
Amer. J. Med, 39, 895,1965
- 50) - GREENE (D.G.), CARLISLE (R.), GRANT (C.) et BUNNELL (J.L)
Estimation of left ventricular volume by one plane cineangio-
graphy. Circulation 35,61,1967.
- 51) - GRIBBE (P.), HIRVONEN (L.), LIND (J.) et WEGELIUS (C.)
Cineangiocardigraphic recordings of the cyclic changes
in volume of the left ventricle. Cardiologia (Basel) 34,
348,1959
- 52) - GRIBBE (P.)
Comparison of the angiocardigraphic and direct fick methods
in determining cardiac output. Cardiologia 36,20,1960
- 53) - HALLERMANN (F.J.), RASTELLI (G.C.) et SWAN (H.J.C.)
Comparison of left ventricular volumes by dye dilution and
angiographic methods in dog. Am. J.Physiol. 204, 446, 1963
- 54) - HAY (R.), SANDLER (H.) et DODGE (H.T.)
Evaluation of an angiocardigraphic method for determining
left ventricular stoke volume in man. Clin. res. 9,139,1961
- 55) - HERMAN (M.V.), HEINLE (R.A.), KLEIN (M.D.) et GORLIN (R.)
Localised disordes in myocardial contraction. New engl.J.
Med. 277, 222,1967.

- 56) - IRWIN (S.), KASSER (M.D.) et KENNEDY (S.W.)
Measurement of left ventricular volumes in man by single plane cineangiocardiology
- 57) - JONES (J.W.), RACKLEY (C.E.), BRUCE (R.A.) DODGE (H.T.)
COBB (L.A.) et SANDLER (H.)
Left ventricular volumes in valvular heart disease.
Circulation, 29, 887, 1964.
- 58) - KASSER (J.S.) et KENNEDY (J.W.)
Measurement of left ventricular volumes in man by single plane cineangiocardiology. Invest. Radiol. 4, 85, 1969
- 59) - KENNEDY (J.W.), REICHENBACH (D.D.), BAXLEY (W.A.) et DODGE
Left ventricular mass. A comparison of angiocardigraphic measurement with autopsy weights. Amer.J.Cardiol. 19, 221, 1969
- 60) - KENNEDY (J.W.), BAXLEY (W.A.), FIGLEY (M.M.), DODGE (H.T.)
et BLACKMON (J.R.)
Quantitative angiocardiology in the normal left ventricle in man. Ibid 34, 272, 1966
- 61) - KENNEDY (J.W.), TRENHOLME (.S.E.) et KASSER (I.S.)
Left ventricular volume and mass from single-plane cineangiogram. A comparison of anteroposterior and right anterior oblique methods. American Heart Journal 343, septembre 1970
- 62) - LANSDOWN (E.L.), ALDRIDGE (H.E.) et SPRATT (E.H.)
Angiographic assessment of the ischemic left ventricle. A preliminary report. Candd.Med.Ass. J. 99, 1171, 1968
- 63) - MILLER (G.A.H.), GOODRICH (R.G.) et SWAN (H.J.C.)
Simplified method for calculating left ventricular volume from angiocardiology. Radiology 83, 1008, 1964
- 64) - MILLER (G.A.H.), KIRKLIN (J.W.) et SWAN (H.J.C.)
Myocardial function and left ventricular volumes in acquired valvular insufficiency. Circulation 31, 374, 1965.

- 65) - NELSON (C.N.) et LIPCHIK (E.O.)
A computer method for calculation of left ventricular volume from biplane angiocardiograms. Investigation radiology 1966,1,139
- 66) - RACKLEY (C.E.), DODGE (H.T.), et COBLE (Y.D.)
A method for determining left ventricular mass in man. Circulation 29,666,671,1964
- 67) - RACKLEY (C.E.), DEAR (H.D.), BAXLEY (W.A.), JONES (W.B.) et DODGE (H.T.)
Left ventricular chamber volume, mass and function in severe coronary disease. Circulation 41,605,1970
- 68) - RACKLEY (C.E.), BEHAR (U.S.), WHALEN (R.E.) et McINTOSH (H.D.)
Biplane cineangiographic determinations of left ventricular function = pressure volume relationships. Am.Heart.J. 74, 766,1967
- 69) - RAHIMTOOLA (S.H.), DUFFY (J.P.) et SWAN (H.J.C.)
Ventricular performance after angiocardiography. Circulation 35,70,1967
- 70) - SANDLER (A.) et DODGE (H.T.)
The use of single plane angiocardiograms for the calculation of left ventricular volume in man. Amer.Heart.J. 75,325,1968
- 71) - SANDLER (H.), BAXLEY (W.A.) et HAWLEY (R.R.)
Usefulness and limitations of radiographic methods for determining left ventricular volume. Amer.J.Cardio. 18,10,1966
- 72) - SANDLER (H.), HAWLEY (R.R.), DODGE (H.T.) et BAXLEY (W.A.)
Calculation of left ventricular volume from single plane (A.P.) angiocardiograms. J.Clin.Invest. 44,1094,1965
- 73) - SANDLER (H.) et DODGE (H.T.)
Left ventricular tension and stress in man. Circul. Research 13,91,1963

- 74) - SANMARCO (M.E.), FRONEK (K.), PHILLIPS (C.M.) et DAVILA (J.C.)
 Continous measurement of left ventricular volume in the dog
 II Comparison of washout and radiographic technics in the
 external dimension method. Amer.J.Cardio. 18,584,1966
- 75) - SANMARCO (M.E.), et BARTLE (S.H.)
 Measurment of left ventricular volume in the canine heart
 by biplane angiocardiology. Accuracy of the method using
 different model analogis. Circulation research, 1966,19,11
- 76) - SANMARCO (M.E.) et BARTLE (S.H.)
 Left ventricular volume determinations = comparison of angio
 graphic thermal washout technics. Circulation 30 (suppl.3)
 151,1964
- 77) - SOLOFF (L.A.)
 On measuring left ventricular volume. American Journal of
 Cardiology, 1966, 18,2,5.
- 78) - SONNENBLICK (E.H.), GLICK (E.),MORROW (A.G.) et BRAUWALD (E)
 Force-velocity relations in the human heart. J.Clin. Invest.
43,1245,1964.
- 79) - SONNENBLICK (E.H.), PARMLEY (W.), URSGHIEL (C.W) etBRUTSAERT
 Ventricular function = evaluation of myocardial contractility
 in health and disease. Progress in Cardiovasc. Bis 12,
 449,1970
- 80) - SOULIE (P.), BRUN (Ph.), GESHWIND (H.), LABRUNIE (P.)
 LARDANI (H.) et KILIMNIK (L.)
 Courbes de volume ventriculaire gauche par cinéangiographie
 biplane. Communication Société Française de Cardiologie
 Janvier 1966, Résumé Arch.Mal.Coeur 59,507,1966
- 81) - SOULIE (P.), GESCHWIND (H.) et BRUN (Ph.)
 Cinéangiographie biplane synchrone à 120 images par seconde.
 Arch. Mal Coeur 59,215,1966.

Vu et Permis d'imprimer

Toulouse, le 6 mars 74

Le Président de l'Université Paul Sabatier

L. LARENG

